

▪

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

CONTENIDO:

I.1. Datos Generales del proyecto.....	2
I.1. Datos Generales del promovente	9
I.3. Datos del Responsable de la elaboración del Documento Técnico Unificado.....	10

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1. Datos Generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto.

AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA: CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO. ISLA DE COZUMEL, QUINTANA ROO

I.1.2. Ubicación del proyecto.

El proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* se habrá de desplantar en un conjunto de predios ubicados a la altura del km 11+445.9 de la Carretera Costera Sur, en la porción suroeste de la Isla de Cozumel. Dichos inmuebles se localizan de manera contigua, por lo que su identificación catastral y superficie se muestran en la **Tabla 1.1**.

Tabla 1.1 Inmuebles involucrados en el proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> .		
INMUEBLE	SUPERFICE (m²)	SUPERFICIE (Ha)
Fracción I (Lote 43)	5,068.89	0.50
Fracción II (Lote 43-1)	6,576.29	0.65
Fracción I (Lote 46) Vialidad norte	3,115.44	0.31
Fracción II (Lote 46 1)	32,409.40	3.2
Fracción III (Lote 46-2)	52,855.30	5.28
Fracción IV (Lote 46-3) Vialidad sur	3,688.59	0.36
SUPERFICIE TOTAL	103,713.91	10.37

Asimismo, a las Fracciones arriba referidas les corresponden las coordenadas en UTM que se muestran en la **Tabla 1.2**.

Tabla 1.2 Coordenadas en UTM del sitio donde se ubicará el <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i>						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS (en UTM)	
EST	PV				Y	X
FRACCION I (LOTE 43)						
				6b	2'258,437.381	499,003.103
6b	7	N 39° 05' 11" E	141.56	7	2'258,547.271	499,092.365
7	8	N 38° 18' 11" E	38.07	8	2'258,577.143	499,115.960
8	9	N 36° 58' 31" E	28.02	9	2'258,599.531	499,132.815
9	10	N 51° 41' 49" W	9.01	10	2'258,605.116	499,125.743
10	11	S 44° 00' 45" W	48.54	11	2'258,570.204	499,092.015
11	12	S 46° 02' 31" W	35.23	12	2'258,545.748	499,066.653
12	13	S 45° 04' 51" W	54.06	13	2'258,507.575	499,028.372
13	14	S 61° 21' 11" W	27.40	14	2'258,494.438	499,004.323
14	15	S 63° 08' 51" W	19.29	15	2'258,485.727	498,987.118
15	16	S 55° 43' 11" W	28.65	16	2'258,469.592	498,963.448
16	6b	S 50° 54' 49" E	51.09	6b	2'258,437.381	499,003.103
SUPERFICIE = 5,068.89 m ² (0.50 Ha)						

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 1.2 Coordenadas en UTM del sitio donde se ubicará el *Plan Maestro Bahía Turquesa*

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
FRACCION II (LOTE 43-1)						
				1	2'258,275.120	498,905.010
1	2	N18°19' 31" E	12.83	2	2'258,287.294	498,909.046
2	3	N 22° 41' 11"E	34.45	3	2'258,319.077	498,922.333
3	4	N 21' 52' 51" E	37.71	4	2'258,352.407	498,939.966
4	5	N 32°54' 31" E	28.72	5	2'258,376.516	498,955.568
5	6	N 36° 53' 11" E	38.49	6	2'258,407.299	498,978.669
6	6b	N 39° 05' 11"W	83.81	6b	2'258,437.381	499,003.103
6b	16	N 50° 54' 49" W	51.09	16	2'258,469.592	498,963.448
16	17	S 68° 11' 11"W	20.99	17	2'258,461.791	498,943.958
17	18	S 30° 18' 51" W	25.88	18	2'258,439.449	498,930.895
18	19	S 17° 39' 51" W	31.84	19	2'258,409.111	498,921.234
19	20	S 20° 34' 49" E	9.53	20	2'258,400.186	498,924.585
20	21	S 22° 16' 11" W	17.52	21	2'258,383.973	498,917.946
21	22	S 07° 54' 51" W	15.75	22	2'258,368.370	498,915.776
22	23	S 11° 21' 51"W	26.55	23	2'258,342.345	498,910.546
23	24	S 13° 36' 51" W	12.05	24	2'258,330.638	498,907.711
24	25	S 02° 45' 29" E	15.63	25	2'258,315.029	498,908.463
25	26	S 08° 58' 11" W	16.83	26	2'258,298.408	498,905.839
26	27	S 01° 43' 11" W	20.14	27	2'258,278.273	498,905.235
SUPERFICIE = 6,576.29 m ² (0.65 Ha)						
FRACCION I (LOTE 46) VIALIDAD NORTE						
				1	2'258,590.748	499,176.271
1	2	S 82° 01' 04.33" E	193.32	2	2'258,563.903	499,367.718
2	3	S 28° 46' 50.82" W	17.12	3	2'258,548.902	499,359.478
3	4	N 82° 01' 04.32" W	196.11	4	2'258,576.134	499,165.269
4	1	N 36° 58' 30.82" E	18.29	1	2'258,590.748	499,176.271
SUPERFICIE = 3,115.44 m ² (0.31 Ha)						
FRACCION II (LOTE 46-1)						
				4	2'258.576.134	499,165.269
4	3	S 82° 01' 04.30" E	196.11	3	2'258,548.902	499,359.478
3	5	S 28° 46' 50.82" W	111.50	5	2'258,451.178	499,305.796
5	6	N 82° 01' 04.31" W	51.87	6	2'258,458.381	499,254.429
6	7	N 86° 34' 21.99" W	5.00	7	2'258.458.680	499,249.438
7	8	S 84° 18' 53.81" W	5.00	8	2'258,458.184	499,244.462
8	9	S 75° 12' 13.99" W	5.00	9	2'258,456.907	499,239.628
9	10	S 66° 05' 38.60" W	5.00	10	2'258,454.881	499,235.057

b)

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 1.2 Coordenadas en UTM del sitio donde se ubicará el *Plan Maestro Bahía Turquesa*

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
FRACCION II (LOTE 46-1)						
10	11	S 56° 58' 52.24" W	5.00	11	2'258,452.157	499,230.865
11	12	S 47° 52' 13.65" W	5.00	12	2'258,448.803	499,227.156
12	13	S 41° 08' 51.65" W	2.38	13	2'258,447.009	499,225.589
13	14	S 38° 58' 41.94" W	27.55	14	2'258,425.591	499,208.259
14	15	S 40° 50' 54.65" W	5.00	15	2'258.421.809	499,204.988
15	16	S 44° 35' 24.00" W	5.00	16	2'258,418.248	499,201.478
16	17	S 48° 19' 43.94" W	5.00	17	2'258,414.924	499,197.743
17	18	S 52° 04' 08.89" W	5.00	18	2'258,411.850	499,193.799
18	19	S 55° 48' 35.99" W	5.00	19	2'258,409.040	499,189.664
19	20	S 59° 33' 01.98" W	5.00	20	2'258.406.506	499,185.353
20	21	S 63° 17' 27.40" W	5.00	21	2'258,404.259	499,180.887
21	22	S 67° 01' 54.39" W	5.00	22	2'258,402.308	499,176.283
22	23	S 70° 46' 15.83" W	5.00	23	2'258,400.651	499,171,562
23	24	S 74° 30' 43.25" W	5.00	24	2'258,399,326	499,166.744
24	25	S 78° 15' 09.04" W	5.00	25	2'258,398.308	499,161.848
25	26	S 81° 59' 29.19" W	5.00	26	2'258,397.612	499,156.897
26	27	S 85° 43' 59.58" W	5.00	27	2'258,397.240	499,151.911
27	28	S 89° 28' 22.34" W	5.00	28	2'258,397.194	499,146.911
28	29	N 86° 47' 10.64" W	5.00	29	2'258,397.474	499,141.919
29	30	N 82° 58' 16.91" W	5.20	30	2'258,398.110	499,136.760
30	31	N 81° 01' 39.21" W	102.31	31	2'258,414.067	499,035.699
31	32	N 39° 05' 10.82" E	5.82	32	2'258,418.587	499.039.371
32	33	N 39° 05' 10.82" E	133.57	33	2'258,522.263	499,123.585
33	34	N 38° 18' 10.82" E	38,80	34	2'258,552.714	499,147,637
34	4	N 36° 58' 30.82" E	29.32	4	2'258,576.134	499,165.269
SUPERFICIE = 32,409,402 m ² (3.24 Ha)						
FRACCION III (LOTE 46-2)						
				31	2'258,414.067	499,035.699
31	30	S 81° 01' 39.21" E	102.31	30	2'258,398.110	499,136.760
30	29	S 82° 58' 16.91" E	5.20	29	2'258,397.474	499,141.919
29	28	S 86° 47' 10.64" E	5.00	28	2'258,397.194	499,146.911
28	27	N 89° 28' 22.34" E	5.00	27	2'258,397.240	499,151.911
27	26	N 85° 43' 59.58" E	5.00	26	2'258,397.612	499,156.897
26	25	N 81° 59' 29.19" E	5.00	25	2'258,398.308	499,161.848
25	24	N 78° 15' 09.04" E	5.00	24	2'258,399.326	499,166.744
24	23	N 74° 30' 43.26" E	5.00	23	2'258,400.661	499,171.562
23	22	N 70° 46' 15.63" E	5.00	22	2'258,402.308	499,176.283
22	21	N 61° 01' 54.39" E	5.00	21	2'258,404.259	499,180.887
21	20	N 63° 17' 27.40" E	5.00	20	2'258,406.506	499,185.353
20	19	N 59° 33' 01.98" E	5.00	19	2'258,409.040	499,189.664
19	18	N 55° 48' 35.99" E	5.00	18	2'258,411.850	499,193.799
18	17	N 52° 04' 08.89" E	5.00	17	2'258,414.924	499,197.743
17	16	N 48° 19' 43.94" E	5.00	16	2'258,418.248	499,201.478

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 1.2 Coordenadas en UTM del sitio donde se ubicará el Plan Maestro Bahía Turquesa						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
FRACCION III (LOTE 46-2)						
16	15	N 44° 35' 24.00" E	5.00	15	2'258,421.809	499,204.988
15	14	N 40° 50' 54.65" E	5,00	14	2'258,425.591	499,208.259
14	13	N 38° 58' 41.94" E	27.55	13	2'258,447.009	499,225.589
13	12	N 41° 08' 51.65" E	2.38	12	2'258,448.803	499,227.156
12	11	N 47° 52' 13.65" E	5.00	11	2'258,452.157	499,230.865
11	10	N 56° 58' 52.24" E	5.00	10	2'258,454.881	499,235.057
10	9	N 66° 05' 38.60" E	5.00	9	2'258,456.907	499,239.628
9	8	N 75° 12' 13.99" E	5.00	8	2'258,458.184	499,244.462
8	7	N 84° 18' 53.81" E	5.00	7	2'258,458.680	499,249.438
7	6	S 86° 34' 21.99" E	5.00	6	2'258,458.381	499,254.429
6	5	S 82° 01' 04.31" E	51.87	5	2'258,451.178	499,305.796
5	35	S 28° 46' 50.82" W	118.05	35	2'258,347.709	499,248.959
35	36	S 28° 46' 50.85" W	175,84	36	2'258,193,594	499,164,301
36	37	N 78° 02' 09.16" W	232.74	37	2'258,241,841	498,936.615
37	38	N 13° 29' 30.82" E	5.47	38	2'258,247.163	498,937.891
38	39	N 18° 19' 30.82" E	27.50	39	2'258,273.271	498,946,539
39	40	N 22° 41' 10.82" E	31.11	40	2'258,301.975	498,958,538
40	41	N 27° 52' 50.82" E	34.14	41	2'258,332.150	498,974.501
41	42	N 32° 54' 30.82" E	25.57	42	2'258,353.618	498,988.394
42	43	N 36° 53' 10.82" E	36.33	43	2'258,382.675	499,010,201
43	31	N 39° 05' 10,82" E	40.44	31	2'258,414.067	499,305.699
SUPERFICIE = 52,855,307 m ² (5.28 Ha)						
FRACCION IV (LOTE 46-3) VIALIDAD SUR						
				37	2'258,241.841	498,936.615
37	36	S 78° 02' 09.16" E	232.74	36	2'258,193.594	499,164.301
36	44	S 28° 46' 50.82"W	16.72	44	2'258,178.944	499,156.253
44	45	N 78° 02' 09.18" W	228.33	45	2'258,226.277	498,932.880
45	37	N 13° 29' 30.82" E	16.01	37	2'258,241.841	498,936.615
SUPERFICIE = 3,688.593 m ² (0.36 Ha)						

De esta manera, se considera una superficie total para el desarrollo del proyecto es de 103,713.91 (10.37 Ha).

1.1.3. Posesión legal de la propiedad.

La propiedad legal de los inmuebles antes referidos, corresponde con la empresa *Inmobiliaria Punta Tormentos, S.A. de C.V.*, lo cual se ampara de acuerdo con las Escrituras Públicas que se anotan a continuación y de las cuales se anexa copia simple debidamente cotejada de la copia certificada (**Anexo I**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- a) Escritura Pública Número 8,543. Volumen XL. Tomo "C". Folio 194, signada ante la Fe del Lic. José Edwin Villanueva Marrufo, Titular de la Notario Pública No. 15 del estado de Quintana Roo, con fecha 09 de diciembre de 2010.
- b) Escritura Pública Número 8,545. Volumen XL. Tomo "A". Folio 204, signada ante la Fe del Lic. José Edwin Villanueva Marrufo, Titular de la Notario Pública No. 15 del estado de Quintana Roo, con fecha 09 de diciembre de 2010.

De manera adicional, se cuenta con el Título de Concesión DGZF-182/14, Expediente 1151/QROO/2013, 16.27S.714.1.11-208/2013, signado con fecha 29 de julio de 2014 el cual permite hacer usufructuó de la Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con los inmuebles del proyecto con una superficie de 4,098. 65 m² (Ver copia simple de dicha Concesión en **Anexo II**)

1.1.4. Duración del proyecto.

A la fecha el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* ha sido subdividido en 4 etapas, por lo que las actividades realizadas a la fecha corresponden con:

c) Primera etapa.

La primera etapa del proyecto dio inicio con el trámite de autorización en Materia de Impacto Ambiental del orden Estatal a través de los oficios INIRAQROO/DG/DIA/006/2011 e INIRAQROO/DG/DIA/081/2011. A través de estos oficios, el Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental (INIRA), organismo descentralizado del Gobierno del Estado de Quintana Roo emitió los resolutivos para el desarrollo del proyecto *Vialidades Internas del Plan Maestro Bahía Turquesa*, lo cual fue considerado como PROCEDENTE, por lo cual se AUTORIZÓ y de manera condicionada la construcción de las mismas.

Dicho proyecto habría de consistir en la apertura de 4 vialidades de acceso al desarrollo, 2 de las cuales serían periféricas y habrían de permitir la comunicación entre la antigua carretera costera sur (ahora con funciones de ciclopista y de tránsito local y de baja velocidad) y la actual carretera costera. Por lo que se habrían de ubicar en los extremos norte y sur de los inmuebles de interés, por lo que cual se consideró una superficie de desplante de 2,470.00 m² (vialidad sur) y de 2,951.3094 m² para la vialidad norte.

Además se habría de establecer 2 vialidades con perímetro cerrado para el acceso al interior de los inmuebles, por lo que habrán de rematar en un par de glorietas muy amplias para facilitar el retorno de los vehículos. Estas vialidades habrían de ser únicamente de terracería (durante todas las etapas del proyecto), razón por la cual se han denominado bajo el término de eco-calles. Por lo anterior, para su desplante se habría de contar con una superficie conjunta 9,327.25 m². La suma de los conceptos antes citados equivale a un total del 14,748.73 m².

Asimismo, con fecha 04 de abril de 2011, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), giró la Orden de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.2/0059-11 en materia forestal. Además con fecha 20 de abril de 2011, se giró la Orden de Inspección número PFPA/29.3/2C.27.2/0062-11, en materia de impacto ambiental, ambas dirigidas a *Inmobiliaria Punta Tormentos, S.A. de C.V.*, y en relación a los trabajos y actividades realizados en el predio donde se desarrolla el proyecto denominado "*Vialidades internas del Plan Maestro Bahía Turquesa*".

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Al respecto, se debe precisar que con fecha se obtuvo el cierre de dicho expediente administrativo como hace constar el oficio PFPA/29.3/2C.27.2/0059-11. Acuerdo de Trámite Número 0125/2013. Luego de que la *Inmobiliaria Punta Tormentos, S.A. de C.V.*, ha obtenido las autorizaciones correspondientes.

d) *Segunda etapa.*

De acuerdo con los trámites realizados ante la SEMARANT, con fecha 7 de marzo de 2012 se obtuvo el oficio resolutivo 03/ARRN/0387/12-1168. Bitácora 23/DS-0129/08/11 en materia forestal. Además de que con fecha 23 de octubre de 2012, se obtuvo el resolutivo 04/SGA/1657/12-5071 en materia de impacto ambiental. A través de los cuales se autoriza el desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, de acuerdo con los conceptos y superficie de aprovechamiento que se muestra en la **Tabla 1.3**.

Tabla 1.3 Cuadro de superficies proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*.

CONCEPTO	Área en m ²				C.O.S.		C.U.S.	
	1er Nivel	2do Nivel	3er Nivel	Total	Desplante m ²	%	Obra m ²	%
Hotel	12,977.86	4,342.98	2,868.64	20,189.48	12,977.86	12.51	17,928.98	17.56
Residencias	4,660.42			6,375.76	4,660.42	4.49	6,375.76	6.15
Servicios generales	962.00			962.00	962.00	0.93	427.00	0.41
Vialidades internas	10,280.00			10,280.00	10,280.00	9.91	952.00	0.92
Vialidad norte	2,470.00			2,470.00	2,470.00	2.38	2,470.00	2.38
Vialidad sur	2,951.00			2,951.00	2,951.00	2.85	2,951.00	2.85
Total proyecto	34,301.28	4,342.98	2,868.64	43,228.24	34,301.28	33.07	31,104.74	30.27
Área total del lote	103,713.92				103,713.92	100.00		
Área verde de conservación	69,412.64				69,412.64	66.93		

De acuerdo con la tabla arriba citada, el proyecto cuenta con la autorización para el aprovechamiento de una superficie de 34,301.28 m², dentro de una superficie total disponible de 103,713.92 m².

Además y con referencia el avance obra, se indica que únicamente se han trabajado dentro de una superficie de 14,748.73 m², lo que corresponde con la superficie que fue sancionada previamente a la obtención de las autorizaciones correspondientes por la PROFEPA y que sirvieron para el establecimiento de las vialidades internas y periféricas que habría de requerir el proyecto.

Por otra parte, una proporción importante de la superficie que fue destinada originalmente para las vialidades de acceso ha sido restaurada, de tal forma que actualmente las vialidades cuentan con las superficies que se anotan en la **Tabla 1.4**.

Tabla 1.4 Cuadro de superficies proyecto Plan Maestro Bahía Turquesa.

POLIGONO	SUPERFICIE PROYECTA	SUPERFICIE CONSTRUIDA	SUPERFICIE RESTUARADA	
			ORILLA VIALIDADES	CAMELLON CENTRAL
Carretera lindero norte	2,470.17	1,359.37	1,110.80	---
Carretera lindero sur	2,951.31	1,614.95	1,336.36	---
Eco-calle (al centro predio)	5,067.78	1,723.46	2,173.96	1,170.36

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 1.4 Cuadro de superficies proyecto Plan Maestro Bahía Turquesa.

POLIGONO	SUPERFICIE PROYECTA	SUPERFICIE CONSTRUIDA	SUPERFICIE RESTUARADA	
			ORILLA VIALIDADES	CAMELLON CENTRAL
Eco-calle (periferia del predio)	4,259.47	1,710.48	1,738.40	810.60
Subtotal			6,359.52	1,980.96
TOTAL PROYECTADO	14,748.73			
TOTAL CONSTRUIDO		6,408.26		
TOTAL RESTAURADO (vialidades y camellón central)			8,340.47	

e) *Tercera etapa.*

Con fecha 13 de enero del 2015, la SEMARNAT se emitió el oficio 04/SGA/0055/15-00108, a través del cual se autorizó la modificación al proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* (Ver copia simple de dicha autorización en el **Anexo III**). Lo anterior, en virtud de que se han realizado algunas actividades administrativas como fue la subdivisión de los lotes asignados al proyecto, la reducción de las dimensiones de las vialidades internas y periféricas, etc. Por lo que la nueva distribución de las áreas destinadas al proyecto es la que se muestra en la **Tabla 1.5**.

Tabla 1.5 Nuevo cuadro de superficies asignables al proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*

CONCEPTO	Área en m ²				C.O.S.		C.U.S.	
	1er Nivel	2do. Nivel	3er Nivel	Total	Desplante m ²	%	Obra m ²	f
Hotel	12,794.36	4,342.98	2,868.64	20,005.98	12,794.36	12.3	20,005.98	0.2
Residencias	4,660.42			4,660.42	4,660.42	4.5	4,660.42	0.0
Servicios Generales	962.00			962.00	962.00	0.9	962.00	0.0
Vialidades internas	4,386.68			4,386.68	4,386.68	4.2	4,386.68	0.0
Vialidad Norte	1,359.37			1,359.37	1,359.37	1.3	1,359.37	0.0
Vialidad Sur	1,614.95			1,614.95	1,614.95	1.5	1,614.95	0.0
Total proyecto	25,777.78	4,342.98	2,868.64	32,989.40	25,777.78	24.8	32,989.40	0.4
Área total del lote	103,713.92				103,713.92	100.0		
Área de conservación	77,936.14				77,936.14	75.15		

De acuerdo con la tabla citada, para el desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, cuenta con la anuencia para el aprovechamiento de una superficie de 25,777.78 m², lo que equivale a un C.O.S. de 24.8%, lo cual es ampliamente compatible con la superficie de desplante permitida para la UGA A4 del POEL del municipio de Cozumel que marca para la zona de interés de hasta un 35%.

f) *Cuarta etapa.*

De acuerdo con las poligonales que derivan de los registros expresados en la **Tabla 1.2**, para el desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* se cuenta con una superficie total de 103,713.92 m² (10.37 Ha). De la cual se cuenta con una autorización para el aprovechamiento de 25,777.78 m² (2.57 Ha), misma que representa un C.O.S. del 24.8%, de un total permitido por el POEL del municipio de Cozumel de 35%. Lo anterior, deriva directamente luego de que una superficie que ha sido restaurada en la zona de vialidades (periféricas y al interior de los inmuebles

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

del proyecto) con un total de 8,340.47 m² (0.834 Ha) y cuyo desplante fue regularizado de acuerdo con el procedimiento administrativo instaurado por la PROFEPA y que fueron autorizadas por el INIRA.

De esta manera y en virtud de que el proyecto aún cuenta con una superficie de aprovechamiento del orden de los 10,522.09 m² (equivalente a un COS de 10.2%), se propone llevar a cabo la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* a través de la construcción de 5 edificios en condominio ubicados dentro de la poligonal de la Fracción III (Lote 46-2), misma que cuenta con una superficie de 52,855.30 m² (5.28 Ha), un Centro de Buceo dentro de la poligonal de la Fracción I (Lote 43), misma que cuenta con una superficie de 5,068.89 m² (0.50 Ha) y un Club de Playa dentro de la Fracción II (Lote 43-1) misma que cuenta con una superficie de 6,576.29 m² (0.65 Ha) como obras nuevas adicionales. Por lo que el balance de las superficies de aprovechamiento para esta 4 etapa se muestra en la **Tabla 1.5**.

Tabla 1.6 Cuadro de superficies proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .		
CONCEPTO	C.O.S.	
	Desplante m²	%
1) Obra autorizada	25,777.78	24.9
2) Condominios 5 edificios	7,769.49	7.5
3) Centro de Buceo	783.49	0.8
4) Club de Playa	1,603.30	1.5
Subtotal	35,934.06	34.6
Total conjunto predios	103,713.91	100.0
Área verde de conservación	67,779.88	65.4

En relación a las actividades del nuevo proyecto, se estima un plazo de 10 años para el desarrollo de las obras que se proponen, toda vez que se tramitarán otros permisos y contratos que requieran de adicional a la autorización de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo.

Además, para la operación del proyecto se prevé un plazo adicional de 60 años al plazo para el desarrollo de las obras constructivas.

I.1. Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social.

La promovente del proyecto es la razón social *MD ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.* la cual se encuentra constituida legalmente, tal y como se refiere en la Póliza Número Dos mil ochenta y seis. Libro Cuatro de Registros de Sociedades Mercantiles. La cual fue signada con fecha 9 de enero del 2008, ante la fe del Lic. Ricardo Lezama Pech. Corredor Público Número 7, del estado de Quintana Roo (Ver copia simple debidamente cotejada de la copia certificada de la Póliza citada, en el **Anexo IV**).

De manera complementaria, la empresa *MD ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.*, cuenta con el contrato de comodato para el aprovechamiento de los inmuebles referidos al proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* con la razón social *Inmobiliaria Punta Tormentos S.A de C.V.* y de acuerdo con el contrato de comodato celebrado con fecha 10 de enero de 2015 (Ver copia simple del Contrato citado, en el **Anexo V**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

1.2.2. Registro Federal de Contribuyentes.

La empresa *MD ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.*, cuenta con el Registro Federal de Causantes bajo la homoclave MAE080109638 (Ver copia del RFC citado, en el **Anexo VI**).

1.2.3. Datos del Representante Legal.

De acuerdo con lo dispuesto en la Cláusula Transitoria Quinta anexa a la Póliza Pública Dos mil ochenta y seis. Libro Cuatro de Registros de Sociedades Mercantiles. La cual fue signada con fecha 9 de enero del 2008, ante la fe del Lic. Ricardo Lezama Pech. Corredor Público Número 7, del estado de Quintana Roo, la empresa *MD ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.*, ha designado como integrante del Consejo de Administración al *ARQ. ROBERTO DAVID MARROQUÍN SÁMANO* a quien se le otorga un Poder para Pleitos y Cobranzas y Actos de Administración. Poder para Actos de Dominio, Poder General para Pleitos y Cobranzas. Poder General para Actos de Administración, Poder General para Actos de Dominio, Poder General para otorgar y suscribir Títulos y Operaciones de crédito. (Ver copia simple debidamente cotejada de la copia certificada de la Póliza citada en el **Anexo IV** y copia simple de identificación del apoderado legal en el **Anexo VII**).

1.2.4. Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones.

Av. 50 Norte Número 901, Colonia 10 de Abril.
San Miguel de Cozumel, Isla de Cozumel, C.P. 77622.

1.2.5. Teléfono:

(987) 872 63 11.

1.2.6. Correo electrónico:

1.3. Datos del Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

1.3.1. Dirección y Coordinación.

El presente Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B-Particular del proyecto denominado *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, ha sido elaborado por el Ingeniero Forestal Ángel Ricardo López Chan (Ver: copia simple de identificación en el **Anexo VIII**).

1.3.2. Colaboración técnica:

Biólogo Edgar Francisco Cabrera Cano.

1.3.3. Dirección del Responsable técnico del documento.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

1.3.4. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

El Ingeniero Ángel Ricardo López Chan cuenta con Registro Nacional Forestal integrado al libro QUINTANA ROO, TIPO UI, PERSONAS FÍSICAS PRESTADORAS DE SERVICIOS TÉCNICOS FORESTALES, VOLUMEN 2, NUMERO 6 (Ver: copia simple en el **Anexo IX**).

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

II.1 Información general del proyecto	2
II.1.1 Naturaleza del proyecto	3
II.1.2 Objetivo de Proyecto	7
II.1.3 Ubicación física.....	9
II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	9
II.1.5 Inversión requerida.....	11
II.2 Características particulares del proyecto.....	12
II.2.1 Dimensiones del proyecto	12
II.2.2 Representación gráfica regional	18
II.2.3 Representación gráfica local	18
II.2.4 Preparación del sitio.....	18
II.2.6 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	29
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto	29
II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas de CUS	30
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a CUS.....	34
II.2.9 Operación y mantenimiento.....	48
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	50
II.2.11 Programa de trabajo	51
II.2.12 Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos y emisiones al aire.....	54
II.2.14. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.	56

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Para el año 2013, Quintana Roo aportó al país aproximadamente 45% de las divisas por concepto del sector turismo, ya que se captó cerca del 25% de las llegadas internacionales con más de 17 millones de visitantes. Ante este dinamismo, es importante recordar las consecuencias y los impactos que la actividad trae aparejado en la Entidad, donde actualmente es la principal fuente generadora empleo, del crecimiento poblacional y la dotación de infraestructura. No obstante, también pudiera estar relacionada con la creación de contradicciones ambientales, sociales, culturales y económicas que hoy caracterizan al Estado y sus Municipios.

Cozumel es una isla ubicada en el mar Caribe, se localiza a aproximadamente a 18 km al este de las costas del municipio de Solidaridad (desde la zona continental) y tiene una superficie total aproximada de 490 km² (Periódico Oficial del Estado, 1999). Además, desde mediados del siglo XX definió su vocación como destino turístico, gracias a sus formidables riquezas naturales, así como por su gran legado histórico y cultural; elementos que favorecieron su consolidación en el mercado internacional. Por lo que hoy en día, es un referente mundial para la práctica del buceo, segmento en el que ocupa uno de los primeros lugares en el ámbito mundial. Además de que se ha posicionado como el líder en el mercado de los cruceros turísticos en América Latina y el Caribe.

No por nada y de acuerdo con los registros de la Administración Portuaria Integral (APIQROO), en el año 2013 se recibió un total de 889 cruceros, los cuales a su vez transportaron a alrededor de 2 millones 738 mil 702 pasajeros. Asimismo, por la vía aérea y de cruce marítimo continental, se recibieron a cerca de 1 millón 286 mil 860 pasajeros embarque. Como actividad económica, el turismo ha demostrado ser una efectiva vía para generar inversiones y empleos en Cozumel, aunque con un crecimiento económico que posee características de concentración y oligopolio, así como de exclusión hacia algunos grupos y sectores económicos tradicionales de la localidad.

Por otra parte, en el desarrollo de la actividad turística también se deberá brindar atención especial a su relación con la fragilidad de los ecosistemas. Por lo que en el caso particular de la Isla, el suministro de agua se ha identificado como una de las principales limitantes ecológicas para continuar promoviendo el desarrollo turístico, pues toda el líquido es tomado de una lentilla de agua dulce (manto acuífero) ubicada en el centro de la isla y que a decir de los expertos es de carácter limitado.

En consecuencia, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* habrá de consistir en el desplante de una obra civil a realizarse dentro de un ecosistema costero y cerca de un relicto de humedal con manglar, así como actividades en un área natural protegida. Lo cual corresponde a obras y actividades conforme a lo previsto en términos de lo previsto por los artículos 28, fracciones VII, IX, X y XI, 30 y 35 BIS 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente; de lo establecido en los artículos 5º, incisos O), fracción I; Q), R), fracción I, y S); 9º, 11 último párrafo, 12, 14, 17 y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Por esta razón se requieren de su autorización previa por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para que éstas pueden llevarse a cabo. A su vez, el desarrollo del proyecto implica un cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuya autorización y procedimiento para obtenerse están previstos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. De acuerdo con el contenido del Artículo 117 y de los artículos 120 a 127 de su Reglamento.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Es por ello que se ha realizado el presente Documento Técnico Unificado modalidad B, para efectuar el trámite de Cambio de Uso del Suelo en relación al proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* para su evaluación y dictamen correspondiente.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en una obra destinada a realizar actividades dentro del sector Terciario, específicamente dentro de la actividad 53 de servicios inmobiliarios y 71 de servicios recreativos, que en este caso están relacionados con el buceo. Así y de acuerdo con el clasificador de actividades económicas que usa el INEGI (SCIAN 2007), corresponde a las siguientes categorías (**Tabla 2.1**).

Tabla 2.1 Ubicación del proyecto dentro del Sistema de clasificación de actividades económicas.			
AGRUPACIÓN TRADICIONAL	CARACTERÍSTICA GENERAL DE LOS SECTORES	SECTOR	CRITERIO
ACTIVIDADES TERCIARIAS	Operaciones con activos	53. Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	Las actividades consisten en invertir activos (dinero y bienes), de los que se obtienen beneficios a ponerlos a la disposición del cliente, sin que éste se convierta en propietario de dichos activos. La importancia económica de los servicios financieros sitúa al grupo entre los primeros lugares de las actividades terciarias.
	Servicios relacionados con la recreación	71. Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	Estos sectores se dirigen principalmente a las personas, aunque también dan servicio a los negocios

Fuente: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/scian/>

El proyecto se pretende realizar en un conjunto de los inmuebles identificados como Lote 43, Lote 43-1, Lote 46, Lote 46-1, Lote 46-2 y Lote 46-3, con una superficie conjunta de 103,713.91 m². A su vez dichos inmuebles se ubican dentro de la UGA A4 del POEL del municipio de Cozumel. Por lo que al respecto, se debe citar que de acuerdo con los lineamientos de este Programa se ha asignado un Coeficiente de Ocupación del Suelo del 35% a la poligonal que envuelve a esta Unidad. Por lo que en este caso, se puede llevar a cabo el aprovechamiento de una superficie máxima de 36,299.87 m² (3.62 Ha).

Por lo anterior y considerando que actualmente se cuenta con la autorización para llevar a cabo las primeras etapas del proyecto, a cargo de la *INMOBILIARIA PUNTA TORMENTOS, S.A. DE C.V.* Por lo que de acuerdo con la resolución 04/SGA/0055/15-00108, de fecha 13 de enero del 2015 emitida por parte de la SEMARNAT, se refiere la anuencia para el aprovechamiento de una superficie de 25,777.78 m² (2.57 Ha), lo que corresponde con un C.O.S. de 24.8% y cuyas obras quedaran desplantadas dentro de los Lotes 46 y 46-3 que han sido destinados para el desplante de vialidades periféricas; El Lote 46-1 para el desplante de un hotel de 6 módulos de 3 niveles cada uno y con 38 habitaciones por nivel y 2 junior suites; lo que hace un total de 117 Habitaciones; y Lote 46-2, 11 viviendas residenciales turísticas las cuales serán de 2 niveles cada una y que de acuerdo con la tabla de equivalencia de densidades corresponden con 27.5 cuartos hoteleros.

De acuerdo con lo antes expuesto, todo el conjunto de obras que han sido autorizadas alcanzan una densidad de aprovechamiento de 144.5 cuartos hoteleros. Además este desarrollo habrá de contar con servicios generales, vialidades internas y externas, planta de tratamiento de aguas residuales, etc.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

Con base en lo antes expuesto y considerando que el proyecto aún cuenta con una superficie apta para llevar a cabo su aprovechamiento, la empresa *MD ARQUITECTURA E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.*, (quien cuenta con un contrato de comodato de colaboración con la *Inmobiliaria Punta Tormentos S.A. de C.V.* propietaria legítima de los inmuebles del proyecto celebrado el 10 de enero de 2015), pretende llevar a cabo la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* a través de un proyecto inmobiliario con base en 3 grandes conceptos: construcción de 5 Edificios residenciales turísticos y de carácter condominal, Club de Playa y Centro de Buceo. Por lo que los pormenores se describen en los siguientes apartados.

- a) 5 Edificios residenciales turísticos y de carácter condominal.

De acuerdo con el concepto arquitectónico que integra el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, se indica que dentro de la poligonal del Lote 46-2, se pretende la construcción de 5 edificios con fines residenciales turísticos y de carácter condominal. Por lo que el acceso a los mismos será desde las Eco-calles que han sido autorizadas e implementadas en la primera fase del proyecto. De tal manera que el edificio 1 quedará ubicado sobre el costado sur de la Eco-calle que se prolonga desde la Carretera Costera Sur y que corre en sentido este-oeste y luego gira hacia el sur, mientras que los edificios 2 a 5 se ubicarán sobre el costado oeste y norte de la Eco-calle que corre por la periferia oeste y sur del inmueble referido.

En todos los casos, se contará con amplios cajones de estacionamiento de vehículos ubicados al frente de cada edificio. Por lo que se han planeado 12 cajones para los edificios 1, 2 y 4. Así como 10 para el edificio 3 y de 9 cajones en el edificio 5. De esta manera, el cómputo final indica un total de 55 cajones de estacionamiento. Adicionalmente, cada uno de los estacionamientos contará con una rampa que conducirá a los usuarios hacia el área de escaleras y acceso a cada edificio.

En referencia a los edificios, estos contarán con 3 niveles y se desplantarán 4 departamentos por nivel, lo que corresponde con un total de 60 departamentos para el proyecto. De esta forma, se habrá de mantener la concordancia con los lineamientos de POEL del municipio de Cozumel ya que éstos habrán de equivaler a 150 cuartos hoteleros (una vivienda residencial o residencia turística es igual a 2.5 cuartos hoteleros).

Como se ha referido, para tener acceso a los niveles superiores, se contará con un cubo de escalera y elevador ubicados hacia la porción central de cada edificio, los cuales rematarán amplios pasillos que facilitarán el acceso a cada departamento.

El desarrollo ofertará 2 modelos diferentes de departamentos, por lo que aquellos ubicados al costado de cada edificio serán de 3 recamaras (50% de total de departamentos); mientras que los ubicados al centro serán de 2 recamaras (50% del total de departamentos). En todos los casos, se contará con una cómoda terraza que facilitará la vista hacia el paisaje local. Por lo anterior, los elementos y dimensiones de cada departamento tipo son los que se expresan en la **Tabla 2.2**.

De manera adicional hacia el costado oeste del edificio 1 y entre los edificios 2 y 3 así como entre el 4 y 5, se contará con andadores que comunicarán desde el estacionamiento y los edificios con una terraza y una piscina de uso comunal, que estará ubicada hacia la porción central del Lote 46-2. De esta manera, se mantendrá la privacidad en los espacios habitacionales y la propia piscina. Además y desde este mismo espacio se contará con un andador que conducirá hacia el Club de Playa y Centro de Buceo (ubicados de manera aledaña a la franja litoral).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Los servicios con que se complementa el desarrollo serán: un Caseta de control ubicada en la entrada al desarrollo; una oficina administrativa ubicada entre los edificios 3 y 4. Así como un área de Mantenimiento y almacenamiento temporal de basura ubicada en la porción suroeste del Lote 46-2 y muy cerca de la Carretera Costera Sur.

b) Centro de Buceo.

El diseño arquitectónico incluye la construcción de un Centro de Buceo básicamente dentro de la poligonal del Lote 43, cual se encuentra ubicado de manera aledaña al litoral con el mar Caribe. Por lo que se han planteado instalaciones que consistirán de una serie de edificaciones de un solo nivel, las cuales serán parcialmente techadas con losa de vigueta y bovedilla y complementada con palapa (integrada por madera dura de la región y zacate), en los cuales se establecerán los conceptos en área cubierta que incluyen: Deportes acuáticos, Sanitarios y Lounge, Snack y Deck, Tienda y Aula. Además en área descubierta se contará con Secaderos, Lockers y Andadores.

Tabla 2.2 Superficie total de construcción para el Departamento Tipo (medidas a ejes de muros).

ESPACIOS	DIMENSIONES A PAÑOS INTERNOS	
	Departamento 2 recamaras (en m ²)	Departamento 3 recamaras (en m ²)
Recibidor	5.73	19.73
½ Baño	3.20	3.20
Cocina	14.71	21.20
Comedor	24.47	24.47
Sala	22.20	22.20
Recámara 1	24.00	24.00
Baño 1	15.81	6.71
Closet		2.17
Circulaciones	3.39	3.19
Recámara 2	24.00	24.00
Baño 2	15.81	15.81
Circulaciones	3.35	3.57
Recámara 3		27.00
Baño 3		14.54
Terraza	29.74	54.97

Las instalaciones anteriores se complementan con un andador rústico de madera montado sobre pilotes (deck), el cual facilitará el acceso a la zona marina sin afectar la vegetación natural. Además y a unos 30 m al sur rematará con un embarcadero de madera piloteada de tipo lineal y de 120.0 m de longitud. Esta estructura estará colocará a manera de un deck sobre la costa rocosa (típica en la ZOFEMAT de la región) y en seguida se desprenderá el embarcadero propiamente dicho. Al respecto, se debe referir que todas estas instalaciones serán de madera dura de la región, con acabado rústico y de carácter temporal, fácilmente desmontables y no implican el cambio de uso del suelo. Además se instalaran sobre la costa rocosa donde no existe una cobertura de vegetación que deba ser retirada del sitio.

Además y de manera general, todas esta infraestructura estará destinada a prestar servicios recreativos relacionados con el buceo, preparación para tours a la zona marina, etc. Actividades que estarán en coordinación, reguladas y complementadas por los prestadores de servicio autorizados que actualmente operan en el área.

a) Club de playa.

El diseño arquitectónico también habrá de incluir la construcción de un Club de Playa dentro de la poligonal del Lote 43-1. En este caso de nueva cuenta se han planteado instalaciones que consistirán de una serie de edificaciones de un solo nivel, las cuales serán parcialmente techadas con losa de vigueta y bovedilla y complementada con palapa con madera dura de la región, en los cuales se establecerán los conceptos: Restaurante bar; Palapa/shows; Casa del tequila; Bar de playa; Club de niños; Sanitarios, Lockers y bodega; Deportes acuáticos y Tienda. Además en área descubierta se pretende la instalación de Área de sombra; Regaderas; Terrazas; Alberca;

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Chapoteadero; Andador y Palapa en acceso y Acuario de tortugas. Todas las instalaciones estarán comunicadas a través de un andador nivelado sobre terreno natural para conexión entre edificios.

Además el Club de buceo estará asociado a la construcción de 2 albercas que se habrán de desplantar en la ZOFEMAT. La primera se ubicará hacia la porción al sur y contará con 501,23 m². En todo este espacio se carece de vegetación arbustiva y arbórea, por lo que únicamente se presentan herbáceas como *Sporobolus virginicus* (la cual alcanza los 10 cm de altura). La segunda se localizará hacia la porción centro y contará con 269.81 m², de igual manera el espacio está prácticamente libre de vegetación y contará con una isleta hacia el interior por lo que se evitará modificar la vegetación existente en el sitio.

II.1.2. Objetivo de Proyecto

Como se ha referido, el proyecto que se somete a evaluación es complementario del denominado *Plan Maestro Bahía Turquesa*, mismo que ha sido autorizado por SEMARNAT en materia de impacto ambiental de acuerdo con el oficio 04/SGA/1657/12, de fecha 23 de octubre de 2012, y en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales mediante oficio resolutivo 03/ARRN/0387/12, de fecha 7 de marzo de 2012. Además de las modificaciones autorizadas a través de la resolución 04/SGA/0055/15-00108, de fecha 13 de enero del 2015. Por lo que el objetivo del proyecto será para complementar las instalaciones y atender la demanda dentro del ramo inmobiliario, complementadas por el desarrollo de actividades relacionadas con el buceo, como son: formación, entrenamiento, certificaciones, excursiones guiadas y demás actividades conexas de otros deportes acuáticos y relajación.

Actualmente, en la zona se carece de este tipo de instalaciones, lo que ocasiona que cada vez que los visitantes las solicitan para su esparcimiento deban ser movilizados desde sus centros de hospedaje a instalaciones y embarcaderos ubicados en la zona urbana de la isla (zona norte) y luego de regreso al hotel. Lo cual implica además de gastos en términos de tiempo y dinero, un mayor tráfico de vehículos, embarcaciones, etc. Además de mayores impactos ambientales en la región por consumo de energía, emisiones a la atmósfera, así como carga y acarreo de la infraestructura de comunicaciones y transportes.

Adicionalmente y en virtud de las distintas regulaciones en materia ambiental, el proyecto tiene contemplado el uso a largo plazo del proyecto, por lo que se tendrá como objetivo mantener en un entorno natural en buen estado y que contribuya a dar a los visitantes la sensación de que su visita es una experiencia de aventura, lo cual es altamente valorado en el segmento de buceo.

En el mismo sentido, es importante para la promovente poder dar un uso sustentable al conjunto de predios, no sólo por la rentabilidad económica directa del mismo, sino porque es una forma de tener presencia constante y financiar las necesidades de intervención en ese predio, donde se requiere revertir la tendencia actual de deterioro ambiental, sobre todo por lo que hace a la acumulación de basura, que además de los efectos negativos al medio implica una afectación al valor del proyecto ya autorizado.

Originalmente, dentro del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* se había considerado no llevar a cabo ninguna actividad hacia los inmuebles Lote 43 y 43-1. Sin embargo, el análisis más detallado de las características del sitio determinó que es ambientalmente viable el establecimiento de la ampliación del proyecto sin causar impactos ambientales adicionales ni significativos (como se muestra en los Capítulos IV y V), a la vez que el uso que se pretende dar al predio no contraviene

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

la normatividad vigente ni los instrumentos de ordenación del territorio que regulan el área, como se muestra en forma detallada en el Capítulo III.

En otro sentido, la tendencia observada en el sitio es hacia la degradación, sobre todo por la contaminación con basura de todo tipo, puesto que en la zona se lleva a cabo de manera clandestina de la disposición inadecuada de desechos sólidos como son llantas, envases de aceite de motor, televisión rota y basura doméstica dispersa. Por ello, el costo ambiental de no intervenir en el predio sería mayor que el de desarrollar el proyecto y cuidar y mantener limpio el sitio.

Clasificando de manera simplificada los impactos ambientales en 3 tipos, Ocupación de Territorio, Contaminación y Sobreexplotación, se puede decir que el tipo de impacto que generará el proyecto es sólo de ocupación, toda vez que no implica actividades de extracción ni procesos industriales que generen contaminantes; por las dimensiones y características del proyecto, que incluyen un completo control de residuos, y porque las obras permanentes se establecerán en una zona de vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia, esta ocupación del territorio no pone en riesgo el equilibrio ecológico ni compromete componentes críticos del sistema ambiental.

Por lo anterior, se puede concluir que el cambio de uso del suelo solicitado generará beneficios económicos, sociales y ambientales a corto, mediano y largo plazo, mayores que los que potencialmente generaría el uso actual del área donde se pretende el cambio.

II.1.3. Criterios de selección del sitio

Los criterios que ha permitido determinar la selección del sitio para el desarrollo del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* son:

- Se refiere a la posesión legal del conjunto de predios, los cuales fueron adquiridos *ex profeso* y con la visión de poder llevar a cabo la construcción de un importante proyecto de inversión dentro del sector turístico, del ramo inmobiliario y en beneficio del desarrollo económico regional. Por lo que las superficies, ubicación y características es la ideal para el proyecto.
- Se tiene como fundamento el destino del uso del suelo de la zona y que precisamente es acorde con la visión del proyecto y que favoreciera su desarrollo. De esta forma ninguna actividad se habrá de contraponer a lo establecido para la Unidad de Gestión Ambiental A4, establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel y cuyo uso predominante es de hotelero turístico/residencial turístico, con una C.O.S. de 35% y una densidad de 40 cuartos/Hectárea.
- Se ha considerado el proceso de urbanización existente en la zona, ya que actualmente se cuenta con el servicio de energía eléctrica que es suministrado por la Comisión Federal de Electricidad; con el servicio de Agua Potable a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado; el servicio de recolecta de basura, a través del servicio de la empresa PASA; de que existe un línea la fibra óptica para proporcionar el servicio de telefonía. Además de que para tener acceso al conjunto de predios existen vialidades rápidas como es la Carretera costera sur y de tránsito ligero como es la Antigua Carretera costera.
- Además el polígono donde se distribuirán los elementos del proyecto se presentan remanentes de vegetación de selva baja subcaducifolia en recuperación asociada con vegetación secundaria desarrollándose en su interior. No se presenta cuerpos de agua permanentes como cenote ni lagunas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Asimismo, los polígonos colindantes con la Zona Federal Marítimo Terrestre presentan una vegetación de selva baja subcaducifolia en recuperación asociada con vegetación secundaria y al frente de la misma se ubica la duna costera representada por la costa rocosa y al norte una franja de playa arenosa así como un relicto con humedales con manglar (toda esta zona en definitiva se destinaran a la conservación). Además de que se ha considerado que el desplante de las obras propuestas corresponda con la zona cubierta de selva baja subcaducifolia en recuperación asociada con vegetación secundaria. Ahora que el embarcadero atravesará una pequeña fracción de matorral costero y, ya en la Zona Federal Marítimo Terrestre, sobre la costa rocosa donde se cuenta con escasa vegetación.
- Por lo que respecta a la construcción y operación del proyecto no se realizaran afectaciones ambientales graves o que generen un desequilibrio ambiental, ya que no se efectuará la corta o remoción de la vegetación de humedales con manglar, cuyas especies se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de Amenazadas (A) y aunque el área donde se realizará dicho proyecto se llegan a presentar, también se manifiestan importante espacios abiertos y sitios claros donde se pretende la ubicación del hincado de los pilotes, de tal manera que no se efectuaran afectaciones a dicha vegetación, toda vez que se estima que el 99% del proyecto se encontrará al interior del territorio insular y el 1% restante corresponde al arranque del embarcadero y 2 lagos artificiales (dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre) y el resto del embarcadero dentro de las aguas del mar Caribe.
- Asimismo, para la selección del sitio, se consideraron otros criterios como es contar con la Concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre que se ubica de manera adyacente al Lote 43-1 y donde se pretende la construcción del embarcadero que contempla el proyecto y la cual ya se ha otorgado oficialmente al promovente, de acuerdo al Título de Concesión DGZF-182/14, Expediente 1151/QROO/2013, 16.27S.714.1.11-208/2013, signado con fecha 29 de julio de 2014, emitido por la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

II.1.3 Ubicación física

El proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* se habrá de desplantar en un conjunto de predios ubicados a la altura del km 11+445.9 de la Carretera Costera Sur, en la porción suroeste de la Isla de Cozumel. Dichos inmuebles se localizan de manera contigua, por lo que su identificación catastral y superficie se muestran en la **Tabla 2.3**.

Tabla 2.3 Inmuebles involucrados en el proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> .		
INMUEBLE	SUPERFICIE (m²)	SUPERFICIE (Ha)
Fracción I (Lote 43)	5,068.89	0.50
Fracción II (Lote 43-1)	6,576.29	0.65
Fracción I (Lote 46) Vialidad norte	3,115.44	0.31
Fracción II (Lote 46 1)	32,409.40	3.2
Fracción III (Lote 46-2)	52,855.30	5.28
Fracción IV (Lote 46-3) Vialidad sur	3,688.59	0.36
SUPERFICIE TOTAL	103,713.91	10.37

II.1.4 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

La zona donde se habrá de ubicar el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se cuenta con todos los servicios básicos como son:

- a) Vialidades de acceso como son la Antigua Carretera Costera Sur la cual también funciona como ciclopista, tránsito local y baja velocidad. Además de la actual Carretera Costera Sur que es una vía rápida de comunicación hacia la porción suroeste de la Isla de Cozumel. Así como 2 accesos que unen a ambas carreteras y que facilitan la comunicación terrestre en la zona.
- b) Red de agua potable administrada por la CAPA cuya línea que se ubica sobre la antigua carretera costera sur.
- c) Red de drenaje sanitario ubicado en la Caleta FONATUR a 6 km al norte de los inmuebles de interés.



Foto 2.1 Urbanización existente en las inmediaciones del conjunto de predio de *Plan Maestro Bahía Turquesa*.



Foto 2.2 Servicio de telefonía existente en las inmediaciones del conjunto de predio.



Foto 2.3 Existencia de vías de comunicación terrestre asfaltadas y con todo tipo de señalamientos viales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- d) Red de energía eléctrica de CFE cuya línea que se ubica sobre la antigua carretera costera sur.
- e) Red fibra óptica para proporcionar el servicio de telefónica de Telmex, ubicada en la misma zona referida.
- f) Servicio público de limpieza asociado a un relleno sanitario autorizado de la Isla de Cozumel.
- g) Servicio de transporte proporcionado por los Taxista adscritos al Sindicato Adolfo López Mateos.
- h) Además se cuenta con la autorización para la construcción de la Planta de tratamiento del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*.

De acuerdo con los puntos anteriores, se cuenta con toda clase de servicios urbanos en la zona de interés y solamente se requiere de su adecuación para dar funcionalidad a los elementos que propone establecer el proyecto.

II.1.5 Inversión requerida

El monto de inversión total del proyecto es **\$ 243'576,903.00** pesos M.N., el cual será cubierto con recursos propios y créditos privados. Por lo que en la **Tabla 2.4** se muestran los conceptos y desglose tentativo de dicha cantidad.

Tabla 2.4 Inversión por la <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .		
CONCEPTO	OBRAS (preparación y construcción)	MONTO (pesos)
Edificios 5 Habitaciones	Cimentación, Habitaciones, Terraza de Habitaciones, Balcones, Pasillos, Ducto de Instalaciones, Escalera, Cubo de elevador.	174,290,024.70
Áreas Públicas y de Servicio: Oficinas, Mantenimiento y Cuarto de Basura, Caseta de Control, Alberca, Baños Área de Alberca, Andadores, Vialidades y Estacionamiento, Servicios e Instalaciones Exteriores	Cimentación, Oficinas, Baños Oficinas, Banqueta (Andador de Acceso), Mantenimiento, Cuarto de Basura, Alberca Central, Palapa, Sistema de Apartarrayos Prevección, Planta de Emergencia, Subestaciones, Inst. Eléctrica Exterior (Equipos y Canalización), Inst. Hidráulica y Sanitaria (Equipos y Canalización), Cisternas.	26,815,022.93
Club de Playa: Palapa de Ingreso, Tienda de Buceo, Tienda de Tequila, Palapa Show, Baños y Lockers, Restaurant- Bar, Club de Niños, Alberca y Chapoteadero, Andadores.	Cimentación, Estructura de concreto, Palapa, Bodega, Lockers, Pasillos, Baños, Palapa, Cocina, Bar, Terraza Deck de Madera, Alberca, Chapoteadero, Terraza Chapoteadero, Andador conexión entre Edificios.	16,776,022.73
Club de Buceo: Snack Bar, Baños, Lounge, Deportes Acuáticos, Andadores, Playa, Embarcadero.	Cimentación, Tienda y Recepción, Bodegas y Lockers, Pileta Tanques de Buceo, Aula, Banqueta y Patio de Secado, Pergolado Patio de Secado, Palapa, Cocina, Baños, Andador conexión entre Edificios, Banqueta acceso a Snack Bar, Baños y Aula, Terraza Deck de Madera, Arena de Playa, Embarcadero.	12,872,813.09
Infraestructura	Módulos para Equipos de Planta de Tratamiento, Equipos de Subestación Eléctrica, Alumbrado de Acceso, Transición aéreo-subterránea, Línea Alta Tensión (Frente al Terreno del Condominio Carretera Antigua), Línea de Acometida Eléctrica Alta Tensión, Línea de Acometida Hidráulica (Agua Potable)	10,231,800.00
Jardinería	Jardinería, Cerca perimetral	2,693,537.55
	MONTO TOTAL	\$ 243,576,903.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del predio

Para el desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* se cuenta con un conjunto de predios con una superficie conjunta de 103,713.91 m² (10.37 Ha). Además y en virtud de que se cuenta con una autorización vigente, las áreas que se han autorizado se distribuyen de acuerdo con los datos que se muestran en la **Tabla 2.5**.

Tabla 2.5 Inmuebles involucrados en el proyecto Plan Maestro Bahía Turquesa. Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.				
INMUEBLE	1^{ER} y 2^{DA} ETAPA (DESPLANTE FINAL)	TERCERA ETAPA (OBRA AUTORIZADA)	CUARTA ETAPA (OBRA NUEVA)	TOTAL
Fracción I (Lote 43)	--	--	0.07	0.07
Fracción II (Lote 43-1)	--	--	0.16	0.16
Fracción I (Lote 46-1) Vialidad Norte	0.14	--		0.13
Fracción II (Lote 46-2)	--	1.38	0.78	1.14
Fracción III (Lote 46-3)	--	0.90		0.89
Fracción IV (Lote 46) Vialidad Sur	0.16	--		0.16
SUPERFICIE TOTAL	0.30	2.28	1.01	3.59

Con base en la tabla antes citada y de acuerdo con los lineamientos del POEL del municipio de Cozumel, el proyecto tienen un área de aprovechamiento de aprobado de 2.58 Ha (resolución 04/SGA/0055/15-00108, de fecha 13 de enero del 2015) y con la ampliación que se pretende realizar se alcanzará una superficie de 3.59 Ha, lo cual es menor a las 3.62 Ha que marca el instrumento de planeación como máximo permisible.

Por lo anterior, la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* se habrá de desplantar en los inmuebles Lote 43 (Centro de buceo), 43-1 (Club de Playa), así como en el Lote 46-2 (Condominios) y se requiere de una superficie de 1.01 Ha, misma que quedará distribuida de acuerdo con los conceptos y superficies que se muestran en la **Tabla 2.6**.

Tabla 2.6 Conceptos y superficies de la <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .					
ESPACIO	SUPERFICIE CUBIERTA		ESPACIO	SUPERFICIE DESCUBIERTA:	
	SUPERFICIE	%		SUPERFICIE	%
1. EDIFICACIÓN DE 5 CONDOMINIOS					
Caseta de control	7.4574	0.007	Banqueta perimetral caseta	10.3320	0.010
Mantenimiento y basura	60.9354	0.059	Andador acceso basura y manto.	2.2182	0.0021
Oficinas	64.9067	0.063	Subestación eléctrica 1	5.0000	0.0048
Edificio condominio 1	1,049.3264	1.012	Subestación eléctrica 2	5.0000	0.0048
Edificio condominio 2	1,022.7453	0.986	Subestación eléctrica 3	5.0000	0.0048
Edificio condominio 3	1,022.7453	0.986	Andador de acceso edificio 1	31.7595	0.031
Edificio condominio 4	1,052.0932	1.014	Andador de acceso edificio 2	25.8549	0.025

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.6 Conceptos y superficies de la Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa.

ESPACIO	SUPERFICIE CUBIERTA		ESPACIO	SUPERFICIE DESCUBIERTA:	
	SUPERFICIE	%		SUPERFICIE	%
Edificio condominio 5	1,022.8995	0.986	Andador de acceso edificio 3	37.2805	0.036
			Andador de acceso edificio 4	27.4156	0.026

Tabla 2.6 Conceptos y superficies de la Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa.

ESPACIO	SUPERFICIE CUBIERTA		ESPACIO	SUPERFICIE DESCUBIERTA:	
	SUPERFICIE	%		SUPERFICIE	%
1. EDIFICACIÓN DE 5 CONDOMINIOS					
Edificio condominio 5			Andador de acceso edificio 5	15.3064	0.015
			Estacionamiento edificio 1	70.00	0.067
			Estacionamiento edificio 1a	112.00	0.108
			Estacionamiento edificio 2	84.0014	0.081
			Estacionamiento edificio 2a	84.00	0.081
			Estacionamiento edificio 3	84.925	0.082
			Estacionamiento edificio 3a	83.87	0.081
			Estacionamiento edificio 4	113.345	0.109
			Estacionamiento edificio 4a	84.3338	0.081
			Estacionamiento edificio 5	131.9502	0.127
			Alberca	379.5062	0.366
			Terraza y andadores internos	1,073.2862	1.035
Subtotal Superficie cubierta (1)	5,303.1092	5.113	Subtotal Superficie descubierta (2)	2,466.3849	2.378
			SUBTOTAL (1+2)	7,769.49	7.491
2. CENTRO DE BUCEO					
Tienda, aula	268.3200	0.259	secadero	38.0500	0.037
Sanitarios y lounge	88.6000	0.085	andador	111.82	0.108
Deportes acuáticos	54.8700	0.053			
Snack y Deck	221.8300	0.214			
Subtotal superficie cubierta (3)	633.6200	0.611	Subtotal superficie descubierta (4)	149.8700	0.145
			Subtotal (3+4)	783.49	0.755
3. CLUB DE PLAYA					
Restaurante bar	438.5100	0.423	Área de sombra	150.0000	0.145
Palapa / shows	171.3600	0.165	Regaderas	9.0500	0.009
Casa del tequila	36.0000	0.035	Terrazas	200.0000	0.193
Bar de playa	17.6400	0.017	Alberca	200.0000	0.193
Club de niños	17.4700	0.017	Chapoteadero	30.1900	0.088
Sanitarios, Lockers y Bodega	102.1600	0.099	Andador y palapa en acceso	117.9900	0.114
Deportes acuáticos	50.9300	0.049	Acuario tortugas	12.0000	0.012
Tienda	50.0000	0.048			
Subtotal superficie cubierta (7)	884.0700	0.852	Subtotal superficie descubierta (6)	719.2300	0.693
			SUBTOTAL (5+6)	1,603.30	1.546
			Total (1+2+3+4+5+6)	10,156.28	9.792

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Como se ha referido, de manera adicional el proyecto requiere dentro de la ZOFEMAT (fuera de los límites del conjunto de predios) una superficie de 823.04 m², la cual se distribuye de acuerdo con los conceptos que se anotan en la **Tabla 2.7**.

Tabla 2.7 Conceptos y superficies de la <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> en la ZOFEMAT.		
ESPACIO	SUPERFICIE DESCUBIERTA	
	SUPERFICIE (m ²)	%
Alberca 1	501.23	12.2
Alberca 2	269.81	6.6
Desplante del embarcadero (incluye hincado de 18 pilotes)	52.00	1.3
TOTAL	823.04	20.1
SUPERFICIE CONCESIÓN ZOFEMAT	4,098.65	100
CONSERVACIÓN	3,275.61	79.9

Finalmente, se requiere de una superficie de 260.00 m² dentro de la zona marina para la construcción de un embarcadero rústico de madera, que habrá de tener en total 74 pilotes (sumando los 18 dentro a instalar en la ZOFEMAT son 90 pilotes en total). Por lo que si se considera que cada pilote tendrá 0.30 m de diámetro, por lo que se habrá de tener una superficie total de desplante en el fondo marino de 5.23 m².

De acuerdo con lo antes expuesto, el resumen de los conceptos referidos se muestra en la **Tabla 2.8**.

Tabla 2.8 Resumen de superficies de aprovechamiento <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .		
ANALISIS DE AREAS	SUPERFICIE	%
DENTRO DEL CONJUNTO INMUEBLES		
1) Polígonos aprobados	25,777.75	24.9
2) Obra nueva	10,156.28	9.7
Condominios 5 edificios	7,769.49	7.5
Centro de Buceo	783.49	0.8
Club de Playa	1,603.30	1.5
Subtotal (1+2)	35,934.03	34.6
Total conjunto predios	103,713.91	100.0
Área verde de conservación	67,779.88	65.4
EN ZOFEMAT		
Obra nueva	823.04	20.1
Superficie ZOFEMAT	4,098.65	100
Conservación	3,275.61	79.9
EN ZONA MARINA		
Obra nueva: 74 pilotes***	5.08	--

*** Se debe considerar de manera adicional 260.00 m² de sombra del embarcadero sobre la zona marina.

En este caso, se cumple con el C.O.S. decretado en el POEL del municipio de Cozumel, por lo que el proyecto en todas sus etapas (obra autorizada y obra nueva) alcanza una superficie de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

aprovechamiento de 35,934.03 m² (3.59 Ha), lo que equivale a un C.O.S. de 34.6%, es decir, 0.4% menor a lo permitido que es 36,299.86 m². Además al embarcadero no le aplica un C.O.S., por ser una estructura de madera dura que es considerada como de carácter temporal y desmontable.

b) Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad existente en el predio. Indicar para cada caso su porcentaje, respecto a la superficie total del proyecto

La superficie total a utilizar por concepto de la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominio, Club de Playa y Centro Buceo* es de 10,156.28 m² (1.01 Ha). Por los que los porcentajes respecto a la cobertura vegetal es la que se presenta en la **Tabla 2.8**.

Tabla 2.8 Obras dentro del conjunto de predios.					
COBERTURA	COBERTURA EN EL PREDIO (m ²)	% DEL PREDIO	OBRA AUTORIZADA (m ²)	OBRA NUEVA (m ²)	%
Cuerpos de Agua	587.47	0.6%	---	---	0
Desmontado	297.21	0.3%	---	0.01	0.1
Humedal	3,775.30	3.6%	---	---	0
Humedales con Manglar	4,256.38	4.1%	---	---	0
Matorral Costero	4,527.60	4.4%	---	---	0
Playa Arenosa	0.97	0.0%	---	--	0
Playa y Rocas	98.93	0.1%	---	---	0
Selva baja	90,171.54	86.9%	2.59	1.00	34.5
Totales	103,715.40	100.0%	2.59	1.01	34.6

De las obras a desplantar aproximadamente 120 m² se ubican sobre terreno desmontados, pero que se siguen considerando para fines prácticos con la categoría de selva, por ello se considera la solicitud de cambio de uso de suelo de 1.01 Ha de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria.

Con referencia a las instalaciones que se ubicarán fuera del conjunto de predios se muestran en la **Tabla 2.9**.

Tabla 2.9. Instalaciones fuera del conjunto de predios.			
COBERTURA	TOTAL CONCESIÓN	OBRA NUEVA (m ²)	%
ZOFEMAT (sobre afloramiento rocoso desnudo)			
Arranque de embarcadero	4,098.65	52.00	1.2
2 Lagos artificiales		771.04	18.8
ZONA MARÍTIMA			
Embarcadero		260.00	--
TOTALES		1,083.04	

De acuerdo con los datos antes referidos, de las instalaciones que se pretende colocar fuera del predio, 823.04 m² estarían sobre la ZOFEMAT y 260.00 m² sobre el espejo de agua de la zona marina (considerando únicamente 5.23 m² para el hincado de pilotes). Estas instalaciones se consideran conforme a las definiciones del POEL del municipio de Cozumel, temporales o no

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

permanentes¹, y estarán sobre pilotes y sobre terrenos descubierto de vegetación, por lo que en términos legales² no se trata de un cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

¹ Criterio: Se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos. Estructura Temporal: Estructura de vida útil corta, construida con materiales naturales, cuyas características permiten su remoción total e impactos mínimos en el sitio donde se construyen. Son ejemplos: los asoleaderos, las palapas, etc. Muelle rústico: Obra de material no permanente (estructura de madera, cabezales, largueros y cubiertas. Su operación no implica obras de alteración del contorno costero como dragados, rellenos, muros perimetrales de protección ni servicios de apoyo.

² Artículo 7, fracción V, de la LGDFS.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 2.1 Croquis de Localización

Figura 2.1 Croquis de localización

c) Superficie para obras permanentes

La superficie cubierta por obras permanentes que propone el proyecto, corresponden con los conceptos de 5 edificios condominales, un Club de Playa y el Centro de buceo. Todos ellos quedarán desplantado dentro de la zona cubierta por la selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva y alcanzando una superficie de 1.01 Ha.

El embarcadero que se ubicará en la ZOFEMAT y zona marina se considera como obra temporal ya que su estructura será a base de madera dura de la región.

Para efectos del proyecto, de definió una clasificación de áreas del predio que atiende a las restricciones formales, del POEL y otros instrumentos jurídicos, pero también a las necesidades de mantener su rendimiento a largo plazo, con servicios e instalaciones de calidad en medio de un entorno natural bien conservado, toda vez que el segmento del mercado turístico al que se enfoca el proyecto valora mucho esas características.

II.2.2 Representación gráfica regional

Se anexa la representación en la **Figura 2.1**.

II.2.3 Representación gráfica local

Se anexa la representación en la **Figura 2.2**.

II.2.4 Preparación del sitio

Durante esta etapa se realizarán los trabajos de limpieza del terreno, así como el desmonte y despalde de los espacios en los que se instalará la infraestructura y la edificación de los elementos de la obra, por lo que comprende las acciones siguientes:

- *Deslinde y delimitación de áreas para obras permanentes.*

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Una vez que se cuente con los permisos y licencias emitidas por las diferentes instancias (Federal, Estatal y Municipal), se procederá a realizar las acciones de cambio de uso del suelo, lo que incluye en primer término la delimitación física de la poligonal del conjunto de predios, mediante lo cual se evitará realizar afectaciones en áreas de uso restringido y las propiedades de terceros ubicadas de manera aledaña. Además se delimitarán las áreas que habrán de ser destinadas a su aprovechamiento y para la edificación de los elementos del proyecto. Así como aquellas destinadas como zonas de conservación.



Foto 2.4 Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte.

Para el desarrollo de estas actividades habrá de participar una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 5 personas quienes se encargarán de realizar el trazo y balizado preciso de ubicación de los diferentes componentes del proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno y que se cumpla con lo proyectado.

Las actividades correspondientes al trazo y balizado se realizarán con equipo de posicionamiento satelital para determinar las poligonales de las áreas de aprovechamiento, mismas que serán delimitada a través de una serie de brechas de ± 1 m de ancho, mismas que serán realizadas por medio de herramientas manuales y utilizando hachas y machetes (**Foto 2.4**).

Las brechas serán balizadas con postearía de madera de 1.5 m de altura previamente identificada para determinar el área y trompos de 40 cm de largo que quedarán enterrados en un 90% de su longitud y que son colocados en cada vértice del trazo realizado. De manera adicional, se podrá colocar de cintas plásticas que delimitarán las áreas que serán verdes e incorporadas al diseño del proyecto como áreas de conservación y las áreas que serán desmontadas para la construcción de la infraestructura vial, servicios, apoyo, etc.



Foto 2.5 Ilustración del uso de mallas para proteger áreas destinadas a la conservación.

- *Colocación de Mallas y Tapiales.*

De ser necesario, se ha considerado que una vez que hayan sido delimitadas las áreas de trabajo, se deberá colocar un tapial y/o malla periférica la cual permitirá reducir el impacto visual y mitigar de alguna manera el polvo y ruido que se pudiera generar en el sitio y así evitar afectaciones hacia las personas que transiten o habiten en el área del proyecto. Así como promover alejamiento de la fauna silvestre local.

De igual manera, se deberá colocar una malla de plástico que rodee las áreas a conservar, la cual deberá quedar a una altura de 30 cm desde el nivel de terreno natural para que se permita el libre desplazamiento de la fauna silvestre local. En este caso, de nueva cuenta será muy importante

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

precisar el trazo topográfico de los diferentes componentes del proyecto ya que se delimitarán las áreas que serán verdes e incorporadas al diseño del proyecto como áreas de conservación y las áreas que serán desmontadas para la construcción de la infraestructura (**Foto 2.5**).

Además, se considera necesaria la colocación de letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para evitar afectaciones a las áreas verdes de conservación.

- *Retiro de basura y vegetación muerta.*

El conjunto de predios muestra los efectos del paso de huracanes sobre la vegetación, pues hay muchos árboles muertos que notoriamente fueron tirados por el viento, con el cepellón expuesto, así como residuos de ramas, todo ello junto a un fuerte crecimiento de vegetación secundaria arbustiva, herbácea y bejucos. Como parte de la preparación del sitio, se retirará primero el material vegetal muerto y el cual deberá ser triturado en el sitio, ya que el mismo representa un riesgo de incendio durante la temporada seca del año.

De la misma manera, se deberá retirar la basura y desechos sólidos existentes en los inmuebles del proyecto, la cual es muy abundante y está dispersa por todo el terreno y sus alrededores, incluso en la zona de playa.



Foto 2.6 Vivero temporal bajo sombra natural.

- *Acondicionamiento de un vivero temporal.*

Dentro del proceso de levantamiento topográfico se deberá acondicionar el sitio para el establecimiento del vivero temporal dentro del conjunto de predios. Este espacio ya ha sido definido de acuerdo con los estudios entregados para la autorización de las primeras etapas del proyecto. Además y dadas las condiciones de los inmuebles, se podrá contar con una superficie preferentemente cubierta por dosel arbóreo para que cuente con sombra natural, por lo que en dicho lugar permanecerán los ejemplares provenientes del rescate florístico, donde se les proporcionarán los cuidados necesarios para asegurar su sobrevivencia y sano crecimiento, hasta que sean susceptibles de utilizarse en las áreas de reforestación y/o ajardinado dentro del predio (**Foto 2.6**).

De ser necesario, se deberá colocar una techumbre ya sea con malla-sombra u otro material para evitar la insolación de los ejemplares. Además estas actividades permitirán contar únicamente con elementos vegetales nativos y propios de la región que pueden ser destinados a la reforestación y ajardinado.

La función del vivero será la función de recepcionar y mantener a todas las especies que sean obtenidas por la aplicación del programa de rescate.

- *Rescate de Flora*

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Previo a la intervención del predio, se procederá a realizar el rescate de los ejemplares de plantas nativas, principalmente con base en su importancia ecológica, edad, grado de desarrollo y estado de salud. El procedimiento consiste en identificar y localizar todos los ejemplares susceptibles de rescate, sobre todo aquellos pertenecientes a especies que se incluyen con algún grado de protección, en la normatividad ambiental mexicana, específicamente las indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se establecen como prioritarios en las labores de rescate.

La extracción de plántulas y ejemplares juveniles y adultos de las especies registradas en la tabla de especies presentes en el predio, será de acuerdo a las técnicas apropiadas para evitar al máximo el estrés producido en este tipo de manipulaciones. Los individuos rescatados serán trasladados al vivero, donde se les proporcionará el mantenimiento y cuidado necesarios para su adaptación y preparación hacia su posterior salida al sitio definitivo de resiembra (**Foto 2.7**).



Foto 2.7 Embolsado de plantas de *Thrinax radiata* (chit) rescatadas

En estos casos, el rescate se realiza trasplantando a los individuos directamente a bolsas para vivero o macetas; esta técnica se conoce como banqueo. Todos los ejemplares rescatados deberán colocarse en bolsas que contengan el mismo sustrato del sitio donde se encontraba originalmente la planta extirpada. El sustrato se obtendrá con la ayuda de picos y palas, para posteriormente aplicarle un tratamiento de desinfección con un producto químico de nombre PREVICURT. Se preparará una composición del sustrato similar al del sitio original de las plantas (cantidad de materia orgánica, textura y nutrientes), con la finalidad de favorecer su adaptación al proceso de extracción y trasplante.

Para el embolsado de las plantas, se utilizarán bolsas de 25 X 25 cm, 40 X 40 cm y 60 X 60 cm, de calibre 400 con fuelle, las cuales deberán ser previamente perforadas en su base para que tengan un buen drenaje en el área radicular de la planta, evitando con esto acumulación del agua que produce problemas de enfermedades fungosas y pudrición de las raíces.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Una vez que se haya realizado el rescate de plantas, podrá dar inicio la fase de desmonte del terreno, mediante el cual se retirarán de los sitios de construcción los arbustos, hierbas o cualquier vegetación comprendida dentro de las áreas de desplante de los edificios y de los accesos, de conformidad con las superficies referidas en los planos correspondientes. Se recomienda que esta actividad sea realizada de manera manual, además que sea selectiva, por lo que se tratará de respetar la mayoría de los árboles de más de 10 cm en diámetro a la altura de pecho (DAP) que estén presentes en la zona (tomando en consideración las características del sitio donde se vaya a construir).

- *Rescate de fauna silvestre.*

También se aplicará un Programa de rescate de fauna silvestre, el cual estará encaminado a proteger formalmente a las especies que sean de lento desplazamiento o que estén en etapas vulnerables. Se buscará su reubicación a sitios del mismo predio o aledaños que no sean objeto de modificaciones. Se hará un registro de las especies de fauna halladas durante los trabajos. El rescate se mantendrá durante todas las etapas del proyecto en caso de que la presencia de organismos lo amerite (**Foto 2.8**).



Foto 2.8 Búsqueda directa en cuevas de la fauna silvestre.

- *Desmonte y despalme*

Previo a la fase de desmonte, se identificarán los árboles que deban respetarse conforme al proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos. Solo entonces se podrá retirar la cobertura vegetal de las áreas delimitadas para el desplante de las obras, de manera mecánica, con maquinaria ligera y trabajadores a pie con herramienta manual.

Los materiales vegetales acopiados en áreas de desplante del proyecto, reducidos a trozos manejables y triturados (**Foto 2.9**).



Foto 2.9 Vista del triturado del material del desmote

Una vez eliminada la vegetación superficial se procederá a retirar la capa de tierra vegetal de las áreas a ocupar y que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios. Dicho material se conservará para reintegrarlo a las áreas de conservación, para lo cual se mezclará con los residuos vegetales que fueron reducidos por el personal de trabajo.

Los trabajos de despalme se ejecutarán con maquinaria ligera cuando así lo permitan las condiciones del terreno, dado que hay muchos afloramientos rocosos y el suelo es escaso. Por la misma causa no se define un espesor de la capa a despalar.

II.2.5. Construcción

Condominios.

El proceso constructivo para la realización de los 5 edificios de 3 niveles del proyecto *Ampliación del Plan Maestros Bahía Turquesa* se resume a continuación:

- a) Preliminares: Incluye la realización de la habilitación de las áreas donde se realizarán los trabajos de nivelación del terreno y cimentación, así como la impermeabilización de éste.
- b) Albañilería: Etapa en la cual se realizará la construcción física dentro cada espacio seleccionado, lo que incluye los siguientes conceptos:
 - La cimentación: Se llevará a cabo la excavación de cepas, la cual será a mano con pico y pala en tierra y roca suelta. Se colocará una loza de cimentación armada con malla electrosoldada 6X6-8/8 y concreto $F_y = 5,000 \text{ kg/cm}^2$. Se colocarán la zapatas de concreto de 15 y 25 cm de ancho, de concreto reforzado $F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y en ellos irán empotrados las cadenas y castillos de concreto $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ armados con varilla del número 3 (3/8") y estribos de alambrcn del número 2 (1/4") distribuidos a cada 15 cm en castillos y a 20 cm en cadenas.

Se instalará la dala de cimentación forjada con concreto armado $F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ de sección transversal de 0.30 X 0.30 cm sobre una trabe armada con varilla del número 3 (3/8") y estribos de alambrcn del número 2 (1/4") distribuidos a cada 20 cm. Antes de proceder al colado de estos elementos deberá saturarse con agua la cimbra y la corona de cimientto para evitar la pérdida de agua de concreto por absorción. Finalmente, se procederá a su impermeabilización con asfalto oxidado previamente calentado para darle fluidez.

Posteriormente, se realizará el relleno y compactación con material de banco fuera de la obra, dicho material será limpio de cualquier material vegetal y de otros elementos extraños que pudieran contaminarlo; colocando dicho material en capas no mayores de 0.20 m de espesor dándole la humedad necesaria y compactación con pisón de mano hasta el rebote, para alcanzar el grado requerido.

- Los muros. Estos serán de block de concreto ligero de 15 X 20 X 40 cm, cuya resistencia a la compresión es de 60 kg/cm^2 y la resistencia mínima exigida por los reglamentos de construcción es de 19 kg/cm^2 , ya que los muros trabajan como muros de carga. Dichos blocks están juntados con mortero cemento-arena en proporción 1:5.
- Los castillos. Son los elementos que dan rigidez a los muros, junto con la cimentación y las estructuras de techos formando marcos estructurales. Los principales son de 4 varillas de 3/8", los castillos secundarios son de Armex de 4 varillas. Los castillos de Armex están contemplados como elementos estructurales en los reglamentos de construcción, ya que cumplen con las dimensiones estructurales en dalas o castillos, que se describen en las normas técnicas complementarias editadas por la UNAM, por su Instituto de Ingeniería (que es organismo investigador principal de México) y que complementa a todos los reglamentos de construcción del país a través del tomo 403 para las estructuras de mampostería (se le llama mampostería a los elementos estructurales que se forman con base de piezas duras, ya sea de piedras, de tabiques o de blocks y que trabajan a compresión).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Las losas son los elementos estructurales que forman los pisos o techos y están formados por viguetas y bovedillas (este sistema es la forma moderna de la bóveda catalana). Las viguetas son la parte principal de sostenimiento o apoyo de la losa, ya que trabajan como travesaños y son de concreto armado formadas con varillas y estribos, Las bovedillas son de poliestireno o concreto y no trabajan estructuralmente, sino como cimbra muerta y ayudan a aligerar la carga y a darle forma estructural al concreto. Las varillas o aceros tienen un esfuerzo de fluencia $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ y el concreto que se emplea tiene una resistencia a la compresión de 200 kg/cm^2 .

Las losas se apoyan y se embuten (o empotran) en una dala o cadena que está sobre el muro y que a su vez están amarradas o tejidas con las varillas de los castillos. Estas dalas se cuelan integralmente con el concreto de las losas, ya que por proceso constructivo se cimbran integralmente las losas con las dalas o cadenas. También, al colado integral de ambos elementos se le llama "colado monolítico".

Se debe tener el cuidado de que las varillas con el concreto tengan un recubrimiento de 2 cm. Además se les recubre con el aplanado que es mortero: cemento-arena proporción 1:5, con un espesor promedio de 2 cm, tanto en interiores como exteriores. Este tipo de estructuración con base a muros de carga está proyectada para que resista esfuerzos sísmicos. Así las viviendas se revisan estructuralmente por el método simplificado de diseño sísmico tomando coeficientes de zona sísmica. No obstante que la Península de Yucatán no está catalogada como zona sísmica.

- c) Acabados: Incluye la realización a detalle de los trabajos en la etapa final de la construcción del predio.
- d) Instalación hidrosanitaria: Se implementarán todas las tuberías y redes sanitarias de cada uno de los edificios, así como las conexiones de éstas con la red de drenaje.
- e) Instalación eléctrica: Abarca la instalación de toda la red eléctrica de tuberías de P.V.C. o poliductos, cables y accesorios para el funcionamiento correcto de la energía eléctrica dentro de cada departamento y las acometidas que alimentarán al predio.
- f) Instalación de gas. Se implementarán las tuberías desde el ramal principal. Para ello se utilizará tubería de cobre de tipo M.
- g) Aluminio y vidrio: En esta fase se colocarán las ventanas de los departamentos. Así como la infraestructura necesaria para su colocación.
- h) Carpintería y cerrajería: Comprende la colocación de las puertas, closets, etc., así como el sistema de llaves.
- i) Pintura y obra exterior: Incluye el acabado de los edificios y departamentos, tanto externo como interno.
- j) Limpieza, la cual se realizará en la etapa final del proceso, con el fin de evitar la presencia de maleza en el sitio, así como evitar la permanencia excesiva de los residuos sólidos generados. Todos los elementos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello.

Club de Playa y Centro de Buceo.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Edificio de Tienda, Lockers y Aula.

Cimentación: Fabricada de mampostería de piedra braza de la región, reforzada con dados y cadenas de desplante de concreto armado bajo muros de carga, zapatas aisladas y dados de concreto armado bajo columnas de concreto.

Estructura y albañilería: Muros de carga fabricados con block hueco de concreto reforzado con cadenas y castillos de concreto armado, columnas y traveses de concreto armado en vanos de cancelas y puertas, losa de viga, bovedilla y concreto armado.

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab, firme de concreto armado de 10 cm de espesor, y acabado con piso conchuela y ticul en área interior de tienda, piso de loseta cerámica anti-derrapante en área de lockers. En muros, columnas de concreto y plafón aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con pintura vinílica. En azotea acabado con calcreto para escurrimiento pluvial. Cubierta Superior a base de palapa, con madera dura de la región y pasto.

Cancelaría: Cancelaría de aluminio con cristal templado en cancelas y ventanas. Puertas de madera caoba y cristal de 9mm, en puertas de accesos, terminadas con tinta y barniz.

Secadero

Cimentación: Rodapié o murete de contención de rellenos con mampostería de piedra braza de la región, zapatas aisladas y dados de concreto armado bajo columnas de concreto.

Estructura y albañilería: columnas y traveses de concreto armado para soporte de pergolado. Muros de block hueco de concreto y losas de concreto armado para la fabricación de piletas y entrepaños.

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab, firme de concreto armado de 10 cm de espesor y acabado con deck de madera dura de la región. En muros de piletas y entrepaños aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con azulejo en su interior y con pintura vinílica en su exterior. La cubierta será con un pergolado de madera dura de la región, con tratamiento anti-termitas y anti-flama, terminado con barniz natural.

Edificio de Sanitarios y Lounge

Cimentación: Fabricada de mampostería de piedra braza de la región, reforzada con dados y cadenas de desplante de concreto armado bajo muros de carga, zapatas aisladas y dados de concreto armado bajo columnas de concreto.

Estructura y albañilería: Muros de carga fabricados con block hueco de concreto reforzado con cadenas y castillos de concreto armado, columnas y traveses de concreto armado en vanos de cancelas y puertas, losa de viga, bovedilla y concreto armado.

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab (excepto área de aljibe), firme de concreto armado de 10 cm de espesor y acabado con piso de loseta cerámica en área de sanitarios y piso de concreto pulido con colorante rojo óxido.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En muros, columnas de concreto y plafón aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con azulejo en interior de sanitarios, espejo de 6 mm, duela de madera caoba y pintura vinílica en interior de gimnasio y pintura vinílica en muros exteriores. Mamparas prefabricadas de acero esmaltado en inodoros y mingitorios de sanitarios, cubierta de mármol crema envejecido en lavabos de sanitarios.

En azotea acabado con calcreto para escurrimiento pluvial, e impermeabilizante acrílico con malla de refuerzo.

Cancelería: Cancelería de aluminio con cristal templado en ventanas de sanitarios. Cancelería de madera caoba y cristal templado de 9 mm terminado con tinta y barniz en cancel y acceso de gimnasio, puertas de madera caoba y cristal de 9 mm, en puertas de accesos, terminadas con tinta y barniz.

Deporte Acuáticos

Cimentación: Base al menos 50 cm por encima del terreno natural, sustentada por pilotes de madera dura o concreto, con piso de concreto armado. Para el hincado de pilotes se harán perforaciones conforme a la resistencia del punto específico, hasta un máximo de 1.0 m. En los puntos en que se halle sustrato firme a nivel del suelo, los pilotes serán fijados con dados de concreto. Se colocarán cadenas de desplante de concreto armado bajo muros de carga.

Estructura y albañilería: Muros de carga fabricados con block hueco de concreto reforzado con cadenas y castillos de concreto armado, columnas y trabes de concreto armado, losa de vigueta, bovedilla y concreto armado.

Acabados: En pisos, acabado pulido. En muros, columnas de concreto y plafón aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con pintura vinílica. En azotea, acabado con calcreto para escurrimiento pluvial.

Cancelería: Ventanas de madera caoba tipo persiana, puertas de madera caoba tipo duela, terminado en tinta y barniz.

La cubierta superior será con una palapa de zacate de la región con estructura de rollizos de madera dura, con tratamiento anti-termitas y anti-flama, terminado con barniz natural y malla camaronera de refuerzo.

Terraza-Deck

Cimentación: Rodapié o murete de contención de rellenos con mampostería de piedra braza de la región reforzada con dados de concreto armado.

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab y granzón.

Snack Bar

Cimentación: Fabricada de mampostería de piedra braza de la región, reforzada con dados y cadenas de desplante de concreto armado bajo muros de carga, zapatas aisladas y dados de concreto armado bajo columnas de concreto.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Estructura y albañilería: Columnas y traveses de concreto armado, muros bajos fabricados con block hueco de concreto reforzado con cadenas y castillos de concreto armado, cubierta para barra de losa de concreto armado

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab, firme de concreto armado de 10 cm de espesor, acabado con piso de loseta cerámica tipo klinker. En muros, columnas y traveses de concreto aplanado de mezcla acabado fino con esponja y terminado con pintura vinílica. Recubrimiento exterior de barra con duela de madera caoba, cubierta de granito Tepeaca con nariz y faldón boleados.

Cancelería: puertas de madera caoba tipo duela, entrepaños y puertas bajo barra con madera caoba tipo celosía terminado en tinta y barniz.

La cubierta será con una palapa de zacate de la región con estructura de rollizos de madera dura, con tratamiento anti-termitas y anti-flama, terminado con barniz natural y malla camaronera de refuerzo.

Andador entre edificios

Cimentación: Rodapié o murete de contención de rellenos con mampostería de piedra braza de la región reforzada con dados de concreto armado.

Acabados: En pisos, relleno y nivelación con material inerte de banco tipo sascab, firme de concreto armado de 10 cm de espesor y acabado con piso de cantera café de Querétaro con nariz boleada en el perímetro del andador.

Sistema de captación de agua de lluvia

Todos los edificios serán dotados de canaletas y bajantes de lámina o PVC, con mallas para sólidos gruesos, para captar el agua de lluvia que escurre de las azoteas y conducirla al aljibe subterráneo debajo del edificio de Sanitarios. En cada edificio se colocará también un tranque interceptor de 1.25 l/m² de área de captación, para recibir las primeras aguas recolectadas en cada lluvia y permitir un lavado de la superficie colectora; una vez que se llena el interceptor, un flotador desvía el flujo hacia el aljibe.

El sistema integra una red de distribución para llevar el agua a los puntos de uso, que incluyen las descargas de los sanitarios y el secadero para enjuague de equipo de buceo, y un sistema para control de alternancia entre el aljibe y la red de agua entubada del servicio público. Cuando el agua de lluvia se acaba, pasa automáticamente a suministrar agua de la red, y a la inversa cuando vuelve a llover y se recarga el aljibe.

Para la construcción del aljibe se hará una excavación a una profundidad máxima de 1.20 m respecto al nivel medio del suelo, con retroexcavadora compacta, sobre un área de 3.5 x 4 m. La cimentación será de mampostería de piedra braza de la región, reforzada con dados y cadenas de desplante de concreto armado; la estructura se hará con concreto reforzado en losa y muros de concreto, con cubierta de vigueta y bovedilla y acceso para servicio.

Andador y embarcadero

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

El proyecto embarcadero rústico de madera que se pretende construir, se habrá de ubicar dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre, para lo cual se cuenta con el Título de Concesión DGZF-182/14, Expediente 1151/QROO/2013, 16.27S.714.1.11-208/2013, signado con fecha 29 de julio de 2014 por la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La zona concesionada corresponde con el frente del Lote 43-1 y alcanza una superficie de 4,098.65 m². Por lo anterior, el proyecto considera la construcción y posterior operación de un arranque de muelle (en ZOFEMAT) con una superficie de 52.00 m² (20.0 m X 2.60 m) para lo cual se instalarán 18 pilotes de madera de 0.30 m de diámetro. Además del propio embarcadero rústico de madera dura de la región sobre la zona marina con una superficie de sombra de 260.00 m² y la instalación de 74 pilotes con un desplante en el fondo marino de únicamente 5.23 m². De esta manera, el proyecto consiste en un embarcadero de forma lineal de 120.0 m de longitud por 2.60 m de ancho.

En este caso, se ha considerado la ubicación del embarcadero incluyendo su arranque sobre la ZOFEMAT en un área sin presencia de vegetación costera. Además, se prevé un andador sobre terreno natural cuya habilitación solamente implica la remoción de pequeñas herbáceas y trepadoras de la vegetación costera, de tal manera que se perturbará de manera mínima las condiciones del sitio.

Por su diseño, dimensiones y profundidad del área de atraque, el embarcadero podrá dar servicio a embarcaciones menores de recreo con calado máximo de 1.5 m, dado que la profundidad en el sitio en bajamar es de 2 m, suficiente para la operación sin levantar sedimentos. La construcción será de madera dura, de igual o mayor resistencia $FY=100 \text{ Kg/cm}^2$, para soportar una carga viva de hasta 750 kg/m² y el impacto producido por las embarcaciones a una velocidad de 0.50 m/s en el atraque.

El procedimiento de construcción se inicia con el hincado de los pilotes; conforme avance la colocación de pilotes, se colocarán los refuerzos entrecruzados, cargadores y largueros, fijados a los pilotes con clavos y pernos galvanizados. Posteriormente se colocarán los tabloncillos del piso, con pernos galvanizados, y finalmente se colocarán barandales sujetos a la parte sobresaliente de los pilotes.

Los tabloncillos del embarcadero tendrán una separación de 1 cm entre sí para reducir la resistencia a la fuerza del agua por oleaje.

El hincado de pilotes en la zona terrestre se hará con perforaciones de acuerdo a la resistencia del punto específico, hasta un máximo de 1.0 m y luego de colocar el pilote se rellenará el resto de la oquedad con concreto. En la zona marina los pilotes serán colocados de acuerdo con el sustrato, previas pruebas de sondeo en puntos específicos, de modo que se podrá hacer hincado por sifoneo o mediante dados sujetos al lecho rocoso con pernos.

Previo al inicio de los trabajos en la zona marina, se colocarán cortinas envolventes de geomembrana en toda la columna de agua en torno a cada sección del embarcadero en desarrollo, para prevenir la dispersión de sedimentos suspendidos durante los trabajos. La cortina permanecerá en el sitio al menos 24 horas después de terminados los trabajos, para luego ser recolocada en la siguiente sección.

El embarcadero será dotado de señalamiento marítimo conforme a lo que indique la Dirección General de Puertos de la SCT (normalmente luces rojas en los extremos), así como de iluminación tenue en el piso. Toda la iluminación será por medio de vialetas atornilladas al piso, con leds de baja intensidad, de color ámbar, alimentados por energía solar con fotoceldas.

II.2.6. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Bodega provisional.

Para la etapa de Construcción se colocará una estructura compuesta por polines y tiras de madera, cubierta con láminas de cartón, de 4 m por lado y 3 m de altura. Será colocada sobre el suelo y dotada de una lona impermeable sobre el piso nivelado. Su ubicación se hará sobre áreas de desplante de las instalaciones permanentes y podrá ser reubicada durante el periodo de construcción. Servirá para almacenar herramienta y materiales para la obra. Al término de la etapa de construcción todos los componentes de la estructura serán retirados; separando los que sean reutilizables de los que deban ser llevados al relleno sanitario de la isla.

Instalaciones sanitarias.

A lo largo de las etapas de Preparación y Construcción, se colocarán letrinas portátiles, a razón de 1 por cada 25 trabajadores y tambores en suficiente cantidad y de 200 litros con tapa, para acopiar residuos o desechos de vidrio, metal, plásticos y orgánicos.

Para el acopio de materiales vegetales se establecerá en un sitio específica y dentro una de las propias áreas de desplante de las obras permanentes, la cual servirá en la etapa de preparación del sitio; una vez concluida esta etapa y retirados los materiales vegetales previa trituración, la misma área será usada para acopiar desechos de obra como cascajo y cartón, de donde serán trasladados, según su tipo, al relleno sanitario o entregados a empresas autorizadas para operar en cadenas de reciclaje.

Campamentos.

El proyecto no incluye la construcción de ningún tipo de campamento temporal para los trabajadores, ya que se espera que la oferta de mano de obra se cubra con los propios habitantes de la ciudad de Cozumel, y por tanto le persona se trasladara diariamente hasta el centro de trabajo.

Accesos.

Por otra parte, se confirma que no es necesaria la construcción de caminos para acceder al sitio del proyecto.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Las obras para las cuales se solicita la autorización de impacto ambiental y cambio de uso del suelo se limitan a las descritas en los apartados anteriores, por lo que no se requiere de obras asociadas.

Sin embargo, es de mencionar que el proyecto se encuentra asociado el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, el cual busca complementar en su operación los servicios recreativos que los clientes de ese proyecto habrán de demandar. En tanto que algunas instalaciones ya autorizadas habrán de ser útiles a la nueva obra que se somete a evaluación, específicamente la planta de tratamiento de aguas residuales, a donde se canalizarán las generadas en desde los Condominios y el Club de Playa y Centro de Buceo y desde las áreas de oficinas administrativas, todo ello en la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

etapa de Operación, en tanto que en las etapas de Preparación y Construcción se usará el mismo vivero temporal para el establecimiento y propagación de materiales del rescate de flora.

Dichas obras asociadas ya fueron evaluadas y cuentan con autorización en materia de evaluación de impacto ambiental mediante los oficios 04/SGA/1657/12 del 23 de octubre de 2012 y 04/SGA/0055/15-00108, de fecha 13 de enero del 2015 y para el cambio de uso del suelo el oficio 03/ARRN/0387/12, del 7 de marzo de 2012. Todos ellos emitidos por la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado de Quintana Roo.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo

a) Vocación del suelo del área solicitada para cambio de uso del suelo.

El tipo de vegetación fue el principal criterio que se tomó en cuenta para determinar la vocación en el uso del suelo, por lo que se considera bajo este criterio como un área forestal, toda vez que está compuesta de manera dominante por vegetación arbustiva y arbórea proveniente de selva baja subcaducifolia. No obstante, la vegetación de esta zona presenta perturbaciones debido la construcción de la antigua Carretera costera sur, en 1969, y a fenómenos meteorológicos que han modificado la composición y fisonomía de la vegetación.

Por otra parte, la evaluación de los recursos forestales en el área solicitada para cambio de uso del suelo se realizó mediante una estimación del área basal por hectárea y de los volúmenes maderables para las especies registradas en el sitio.

b) Metodología.

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del Cambio de Uso del Suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 1.01 Ha para el establecimiento del proyecto denominado *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, fue un muestreo sistemático con la distribución de 15 sitios de 500 m² cada uno en la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva distribuidos a una equidistancia de 100 m uno del otro.

Esta integración de sitios se realizó en forma consecutiva, con la finalidad de tener información de la distribución del tipo de vegetación existente y su situación actual. Así como su georreferenciación, misma información se proporciona en la relación de datos de campo obtenidos (**Ver Anexo X**).

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados, se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica y diámetros normales que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen maderable que se habrá de derribar para el desarrollo del proyecto.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Visita al área de estudio.

Esta se realizó usando los accesos existentes dentro de los inmuebles del proyecto, por lo que se contó con el plano topográfico correspondiente al trazo y las medidas del predio y la documentación legal del mismo. Así como información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

- Ubicación de accesos y rodalización del área.

Con el apoyo de una imagen satelital se ubicaron y marcaron las vialidades colindantes al predio. La rodalización y caracterización en general del predio, se realizó de forma directa mediante una visita de prospección. Además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

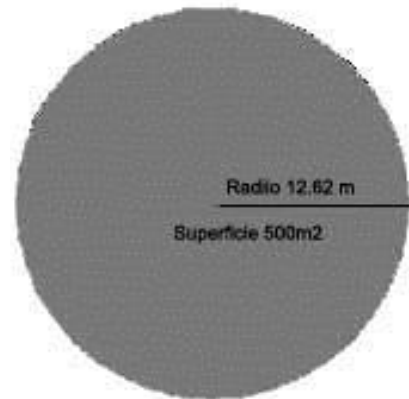


Figura 2.3 Ilustración del tamaño de los sitios de muestreo

- Intensidad de muestreo.

Como se ha mencionado, de acuerdo con los títulos de propiedad el conjunto de predios motivo de la presente solicitud les corresponde una superficie total de 103,713.91 m² (10.37 Ha) donde prevalece una cobertura de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, por lo que considerando la ubicación del mismo, el acceso y la superficie a afectar la intensidad de muestreo fue la siguiente:

- ❖ Se levantaron datos en una superficie de 7,500 m².
 - ❖ Lo anterior indica que se alcanzó una intensidad de muestreo del 7% con respecto a la superficie total del conjunto de predios.
 - ❖ Además de una intensidad del 75% respecto de la superficie que se habrá de afectar por el desarrollo del proyecto (1.01 Ha).
- Tamaño del sitio y levantamiento de datos.

Los sitios de muestreo que se establecieron tuvieron una forma circular y con un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio para la selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria fue de 500 m². En éstos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio

En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se menciona lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.

- Georreferenciación de los sitios de muestreo

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Para cada sitio en particular se establecieron sus coordenadas en UTM por medio de un GPS marca Garmin Etrex 20, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q. Por ello la ubicación de los sitios seleccionados se muestran en la **Tabla 2.11**.

Tabla 2.11 Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo.						
SITIO	COORDENADAS UTM		SITIO	COORDENADAS UTM		
1	499,924	2'258,494	9	499,076	2'258,415	
2	499,002	2'258,456	10	499,188	2'258,308	
3	499,010	2'258,456	11	499,163	2'258,273	
4	498,972	2'258,254	12	499,140	2'258,243	
5	499,014	2'258,331	13	499,100	2'258,241	
6	499,046	2'258,284	14	499,095	2'258,396	
7	499,152	2'258,370	15	499,059	2'258,252	
8	499,075	2'258,329				

- Procesamiento de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, Sureste). Además de que los volúmenes promedios de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010.

c) Resultados

- Estimación de volúmenes maderables por hectárea

En este apartado se describen los resultados obtenidos por hectárea en cuanto a especie, número de individuos, área basal y volumen total de la selva mediana con vegetación secundaria (**Tabla 2.12**).

Tabla 2.12 Volúmenes a derribar para la selva mediana con vegetación secundaria.							
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	PROMEDIO POR 1 HA			VOL. TOTAL A DERRIBAR EN 1.01 HA		
		NO. DE IND.	ÁREA BASAL m ²	VOL. TOTAL m ³	NO. DE IND.	ÁREA BASAL m ³	VOL. TOTAL m ³
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	13.3	0.39	1.69	13.5	0.40	1.72
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	14.7	0.26	1.19	14.9	0.27	1.21
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	9.3	0.21	0.96	9.5	0.22	0.97
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	9.3	0.15	0.74	9.5	0.15	0.75
<i>Ficus maxima</i>	Álamo	6.7	0.10	0.45	6.8	0.10	0.45
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	4.0	0.09	0.36	4.1	0.09	0.36
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	4.0	0.08	0.35	4.1	0.08	0.36
<i>Gliricidia maculata</i>	Cocoite	4.0	0.08	0.34	4.1	0.08	0.35
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	5.3	0.06	0.28	5.4	0.06	0.28
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2.7	0.06	0.21	2.7	0.07	0.22
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	4.0	0.03	0.14	4.1	0.03	0.14
<i>Ceiba a aesculifolia</i>	Ceiba	2.7	0.03	0.11	2.7	0.03	0.11
<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	1.3	0.02	0.08	1.4	0.02	0.08

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.12 Volúmenes a derribar para la selva mediana con vegetación secundaria.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	PROMEDIO POR 1 HA			VOL. TOTAL A DERRIBAR EN 1.01 HA		
		NO. DE IND.	ÁREA BASAL m ²	VOL. TOTAL m ³	NO. DE IND.	ÁREA BASAL m ³	VOL. TOTAL m ³
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1.3	0.02	0.08	1.4	0.02	0.08
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	1.3	0.03	0.06	1.4	0.03	0.07
<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	2.7	0.20	0.07	2.7	0.21	0.07
<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	1.3	0.01	0.06	1.4	0.01	0.06
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1.3	0.02	0.05	1.4	0.02	0.05
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1.3	0.03	0.05	1.4	0.03	0.05
<i>Annona primigenia</i>	Anonilla	1.3	0.01	0.03	1.4	0.01	0.03
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1.3	0.01	0.03	1.4	0.01	0.03
<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	1.3	0.01	0.03	1.4	0.01	0.03
TOTALES	22 especies	94.7	1.92	7.36	96.1	1.95	7.47

En la tabla anterior se puede observar que luego del muestreo de 7.500 m², existen aproximadamente 22 especies arbóreas con un DAP mayor-igual a los 10 cm. Además se registra una densidad de 94.7 ind/Ha, con un área basal de 1.92 m²/Ha y un volumen de 7.36 m³. Las especies con mayor contribución son *Piscidia piscipula* (habin) con 13.3 ind/Ha, *Vitex gaumeri* (yaxnik) con 14.7 ind/Ha y *Coccoloba diversifolia* (sakbob) con 9.3 ind/Ha.

Para el área de cambio de uso del suelo que es de 1.01 Ha, estos valores se incrementan de manera mínima, por lo que el volumen maderable que se registrar es del orden de los 7.47 m³VTA de madera en rollo.

- Rescate de especies

Asimismo, se observó la distribución de una especie considerada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La cual corresponde con la palma chit (*Thrinax radiata*), la cual presenta una con distribución de forma muy irregular y con muy pocos individuos. No obstante, el proyecto tiene contemplado aplicar un programa de rescate de éstas especie y otras que son de interés y para lo cual se realizó un levantamiento general de cada sitio de muestreo contabilizándose dichos individuos. En este sentido, en la **Tabla 2.13** se indica el número aproximado del total de individuos de especies que son de interés para su rescate y que en estos casos serán afectados en la zona del proyecto **y que serán recuperados a través de un programa específico para ello.**

Tabla 2.13 Especies propuestas para ser recuperadas a través de un programa de rescate.		
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A RESCATAR EN 1.01 HA
a) Especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010,		
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	30
Subtotal a		30
b) Especies de interés cultural, ecológico, etc.		
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	16
<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	11

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	21
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chateviga	5
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	32
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	21
<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	5
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	5
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	43
<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	16
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	5
<i>Croton grabellus</i>	Pereskutz	11
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	53
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	85
<i>Diospyros verae crucis</i>	Silil	11
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	27
<i>Guettarda elliptica</i>	Tastab	11
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	16
		475

VI.3. Destino final de los productos resultantes del cambio de uso del suelo

Se debe referir que el volumen total obtenido será de 7.47 m³ vta de madera en rollo, la cual ha sido contabilizada a partir de los 10 cm de diámetro y se considera que parte de este volumen (arbolado en pie será reubicado en las áreas verdes y el resto será triturado e incorporado a las áreas verdes del proyecto.

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta a cambio de uso del suelo

De acuerdo a la Fracción XXVI, del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable³, se hace referencia a las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico biotecnológico o comercial.

La diversidad biológica de todo ecosistema, se refiere a los diferentes organismos vivos existentes en cualquier medio ambiente específico, a las diferencias genéticas de cada especie y su combinación e interacción en un complejo ecológico determinado. Para el caso de la flora, se menciona que las actividades que se pretenden realizar dentro del conjunto de predios se ubicarán prácticamente dentro de una sola asociación vegetal y que corresponde con la selva baja subcaducifolia, en donde están representadas 22 especies arbóreas contabilizadas a partir de los 10 cm en DAP, tal y como se define en la **Tabla 2.14**.

Tabla 2.14 Caracterización de la vegetación que se habrá de afectar tipos de vegetación y uso actual del suelo.				
TIPO DE VEGETACIÓN	ASOCIACIONES	AUTORIADO (Ha)	OBRA NUEVA (Ha)	USO ACTUAL
Selva	Baja subcaducifolia vegetación secundaria arbustiva y herbácea con árboles dispersos	2.56	1.01	NATURAL

³ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Texto vigente; última reforma publicada DOF 04-06-2012.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

TOTAL	2.56	1.01	NATURAL
-------	------	------	---------

Para el caso de la flora se menciona que el área sujeta a cambio de uso de suelo (1.01 Ha), se compone de un estrato herbáceo que a su vez está integrado por dos tipos de especies: el primera corresponde con la regeneración de los estratos superiores que se encuentran distribuidos de forma irregular, con presencia de *Gliricidia maculata* (sakiap), *Lonchocarpus xuul* (xul), *Vitex gaumeri* (yaxnik), entre otros. El segundo corresponde a las especies propias del sotobosque como es la palma *Thrinax radiata* (chit) y otros como el *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Picramnia antidesma*, *Randia aculeata*, entre otros. Además de la presencia de bejuco como *Arrabidea* sp., *Hiraea obovata*, *Paullinia pinnata*, entre otras. Para este estrato se ha detectado la presencia de un total de 39 especies (**Tabla 2.15**).

Tabla 2.15 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Herbáceo.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NUM/IND MUESTREADOS
Malpighiaceae	<i>Hiraea obovata</i>		31
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	26
Fabaceae	<i>Dalbergia brownei</i>		16
Sapina	<i>Paullinia pinnata</i>		16
Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	Guayabillo	13
Myrtaceae	<i>Eugenia buxifolia</i>		9
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	9
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>		8
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	7
Poaceae	<i>Lacisis divaricata</i>		7
Fabaceae	<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo	6
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	6
Fabaceae	<i>Caesalpinia violacea</i>		6
Bignoniaceae	<i>Arrabidea</i>		5
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	5
Rutaceae	<i>Esembeckya berlandierii</i>	Yaxhokob	5
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	5
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	5
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5
Myrsinaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomoche	4
Fabaceae	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	4
Hipocrateaceae	<i>Hemiangium excelsum</i>	Salbetz	4
Euphorbiaceae	<i>Sebastiana adenophora</i>	Chechem blanco	4
Verbenaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>		3
Myrtaceae	<i>Eugenia mayana</i>	Guayabillo	3
Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragans</i>	Guayabillo	3
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus mocinianus</i>		3
Simaroubaceae	<i>Picramnia antidesma</i>		3
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	3
Sapindaceae	<i>Serjania goniocarpa</i>		3
Cactaceae	<i>Acanthocercus pentagonus</i>	Nopal	2
Flacourtiaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Isinche	2
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Sakiap	2
Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i>		2

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.15 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Herbáceo.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NUM/IND MUESTREADOS
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	2
Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>		1
Asteraceae	<i>Eupatorium odoratum</i>		1
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xcanan	1
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Chaksikin	1
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	1
Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	1
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste	1
Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>		1
Bignoniaceae	<i>Styzyphyllum riparium</i>		1
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	1
		TOTAL	245

Además, se presenta un estrato arbustivo de tipo semidisperso, mismo que se caracteriza por la presencia de 28 especies y con tallas entre los 5 y 9.9 cm en DAP, las alturas pueden variar entre los 3 y 10 m. Los elementos más importantes dentro de este estrato corresponde con *Lonchocarpus xuul* (xul), *Gymnopodium floribundum* (Tzitzilche), *Coccoloba diversifolia* (sakbob), entre otras (**Tabla 2.16**).

Tabla 2.16 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Arbustivo.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NUM/IND MUESTREADOS
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	16
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	13
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	10
Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	8
Euphorbiaceae	<i>Sebastiana adenophora</i>	Chechem blanco	6
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	5
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	4

Tabla 2.16 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Arbustivo.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NUM/IND MUESTREADOS
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Álamo	3
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	3
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	3
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	3
Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	2
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	2
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	Pereskutz	2
Ebenaceae	<i>Diospyros verae crucis</i>	Silil	2
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2
Fabaceae	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	1
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	1
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	1
Rutaceae	<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.16 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Arbustivo.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	NUM/IND MUESTREADOS
			88

Se complementa la estructura con el estrato arbóreo, donde se integran especies que presentan tallas por arriba de los 10 cm en diámetro a la altura del pecho (DAP) y alturas entre los 4 y 12 m. Por lo general este estrato se manifiesta con árboles de tipo semidisperso, de talla bajas en DAP con algunos árboles corpulentos con tallos mayores a los 20 cm DAP y que actualmente está constituido por elementos como son: álamo (*Ficus maxima*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), chaka (*Bursera simaruba*), chechem (*Metopium brownei*), yaxnik (*Vitex gaumeri*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), etc. En total se han encontrado la participación de 50 especies para el estrato arbóreo (Tabla 2.17).

Tabla 2.17 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Arbóreo.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	NUM/IND MUESTREADOS
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	11
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	10
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	7
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	7
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Álamo	5
Fabaceae	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	4
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Cocoite	3
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	3
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	3
Malvaceae	<i>Ceiba a aesculifolia</i>	Ceiba	2
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i>	Anonilla	1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	1
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	1
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1

Tabla 2.17 Listado de especies y número de individuos muestreados: estrato Arbóreo.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	NUM/IND MUESTREADOS
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	1
Rutaceae	<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	1
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1
			70

Este comportamiento es característico en áreas de vegetación selvática en estado de sucesión en donde el número de especies del herbáceo y arbustivo realizan un importante aporte a la estructura de la comunidad, como consecuencia de la competencia del efecto de luz.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Además, un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso de una selva o bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (*valor de uso directo*); por la protección del acuífero y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de auto sostenimiento para la riqueza biótica que contiene (*valores de uso indirecto*). Asimismo, las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (*valor de opción*), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (*valor de existencia*) o por poderlos legar a sus descendientes (*valor de herencia*).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre. A la vez que los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales. En consecuencia como ecosistema, la selva o el bosque ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad de acuerdo con Perrings *et al.* (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- ✓ Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- ✓ De producción (madera)
- ✓ De medio (auto conservación) y
- ✓ De información (investigación científica).

De forma particular y desde el punto de vista del aprovechamiento forestal, podemos mencionar que esta actividad ha estado ligada desde sus inicios a la rentabilidad económica tanto de los predios particulares como los ejidos, tal es el caso que en la actualidad quienes poseen vegetación de selva y aun no contando con especies preciosas, tienen la posibilidad de comercializar legalmente una serie de productos como madera dura en rollo o aserrada, así como para construcciones de palapas turísticas (palizada).

Para el predio donde se establecerá el nuevo proyecto, se puede decir que desde el punto de vista económico-forestal cuenta con especies maderables con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas ya que corresponde a una asociación vegetal de selva mediana con vegetación secundaria arbórea y arbustivas.

De forma general, aun cuando se han descrito las características de este tipo de vegetación, si se tuviera la oportunidad de comercializar de acuerdo a las especificaciones del mercado, estas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica como se detalla a continuación:

Palizada

De acuerdo con los inventarios realizados se tiene la relación de especies que pudieran tener valor en su comercialización como palizada lo que se muestra en la **Tabla 2.18**.

Tabla 2.18 Estimación del área basal y volumen de las especies arbóreas del inmueble de interés.				
Nombre común	Nombre científico	Vol. Total a derribar por Ha		
		No. de ind.	Área basal m ²	Vol. Total m ³
Habin	<i>Piscidia piscipula</i>	13.3	0.39	1.69
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	14.7	0.26	1.19
Sakbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.3	0.21	0.96
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	9.3	0.15	0.74

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Álamo	<i>Ficus maxima</i>	6.7	0.10	0.45
Tadzi	<i>Neea tenuis</i>	4.0	0.09	0.36
Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	4.0	0.08	0.35
Cocoite	<i>Gliricidia maculata</i>	4.0	0.08	0.34
Chacteviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	5.3	0.06	0.28
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.7	0.06	0.21
Tzitzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.0	0.03	0.14
Ceiba	<i>Ceiba a aesculifolia</i>	2.7	0.03	0.11
Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	1.3	0.02	0.08
Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.3	0.02	0.08
Xul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.3	0.03	0.06
Chechem negro	<i>Metopium brownei</i>	2.7	0.20	0.07
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	1.3	0.01	0.06
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1.3	0.02	0.05
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	1.3	0.03	0.05
Anonilla	<i>Annona primigenia</i>	1.3	0.01	0.03
Naranjillo	<i>Esembeckya berlandierii</i>	1.3	0.01	0.03
Copo	<i>Ficus cotinifolia</i>	1.3	0.01	0.03
TOTALES	22 especies	94.7	1.92	7.36

Nota: Los resultados presentados en esta tabla son por hectárea y corresponden a las especies con diámetros a partir de 10 cm registradas en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En concordancia con los registros arriba referida, en la **Tabla 2.19** se muestra el resumen del costo que refiere el aprovechamiento de las especies de maderas duras tropicales como palizada y que alcanza un valor de \$ 450.00 pesos metro cúbico.

Tabla 2.19 Estimación económica de los volúmenes a derribar (palizada).					
TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE A AFECTAR EN HA	VOLUMEN A DERRIBAR M3 VTA	USO DEL RECURSO	COSTO POR M3	VALOR TOTAL EN PESOS
Selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria	1.01	7.36	Palizada	450.00	3,643.20
TOTAL					\$ 3,643.20

Palmas

La comercialización de la flora silvestre en la región no se encuentra regulada y los esfuerzos de estas acciones se encuentran enfocados en las especies que se encuentran bajo status de acuerdo a la Norma Oficial (NOM-059-SEMARNAT-2010).

En el conjunto de predios se observa de forma muy dispersa la distribución de una especie de palma representada por *Thrinax radiata* (chit) que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La producción y comercialización de estas especies protegidas poco a poco va encontrado valor en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental de flora y fauna silvestre (UMA's).

Para el caso de estas especies, en atención a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose todos los individuos ya que se le observa muy dispersa y con poca presencia en el predio, por otra parte a consideración de la empresa promovente se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de estas especies que es de interés para su rescate y que si se tuviera la oportunidad de comercializarlo se tendría un percepción económica que se anota en la **Tabla 2.20**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.20 Estimación económica de las especies consideradas en la NOM.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A AFECTAR EN 1.01 HA	COSTO POR PLANTA	VALOR TOTAL EN PESOS
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5	25.00	125.00
			Total	\$ 125.00

Plantas de interés y ornato:

Otras especies nativas que pueden ser de uso ornamental en la región y que se encuentran presentes en el predio y que en estos casos también serán afectados en la zona del proyecto, para estas al igual que las palmas se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose en su totalidad por lo que de forma general se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de dichas especies y que si estos fueran comercializados se tendría un percepción económica que se anota en la **Tabla 2.21**.

Tabla 2.21 Estimación económica de las plantas de ornato y/o de interés para su aprovechamiento.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A AFECTAR EN 1.01 HA	COSTO PLANTA PESOS (\$)	VALOR TOTAL EN PESOS (\$)
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	3	25.00	75.00
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	4	25.00	100.00
<i>Ceiba a aesculifolia</i>	Ceiba	2	25.00	50.00
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	7	25.00	175.00
<i>Diospyros verae crucis</i>	Silil	2	25.00	50.00
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1	25.00	25.00
<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	1	25.00	25.00
<i>Ficus maxima</i>	Álamo	3	25.00	75.00
<i>Gliricidia maculata</i>	Cocoite	3	25.00	75.00
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2	25.00	50.00
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	13	25.00	325.00
<i>Lonchocarpus xουλ</i>	Xul	16	25.00	400.00
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	7	25.00	175.00
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2	25.00	50.00
<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	2	25.00	50.00

Tabla 2.21 Estimación económica de las plantas de ornato y/o de interés para su aprovechamiento.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A AFECTAR EN 1.01 HA	COSTO PLANTA PESOS (\$)	VALOR TOTAL EN PESOS (\$)
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	8	25.00	200.00
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	5	25.00	125.00
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	10	25.00	250.00
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3	25.00	75.00
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	11	25.00	275.00
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Nopal	2	25.00	50.00
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	5	25.00	125.00
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Chaksikin	1	25.00	25.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

<i>Myrcianthes fragans</i>	Guayabillo	3	25.00	75.00
<i>Paullinia pinnata</i>		16	25.00	400.00
<i>Picramnia antidesma</i>		3	25.00	75.00
<i>Sabal yapa</i>	Huano	3	25.00	75.00
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5	25.00	125.00
			COSTO TOTAL	\$ 3,650.00

Obtención de Carbón vegetal

En muchas de las comunidades del norte del estado se lleva a cabo la fabricación de carbón, por lo que lo que el mismo es resultado de la transformación de la madera en rollo. Las actividades se llevan a cabo predios particulares así como ejidales y para su desarrollo se requiere del desmonte de la vegetación, posteriormente dentro de los predios se pueden llevar a cabo actividades diversas. En este caso, es importante mencionar que el consumo de este producto continúa siendo una práctica común en una gran parte del mundo, ya que este recurso forma parte de unos de los principales insumos para la obtención de energía básica que permite satisfacer las necesidades de las poblaciones sobre todo en el medio rural y en la periferia de las grandes ciudades.

Tomando en consideración que el producto resultante del cambio de uso de suelo del proyecto es de 7.47 m³ vta de madera en rollo y que de acuerdo a los estudios realizados en el Estado en relación de la equivalencia de metros cubico/toneladas de carbón. Se tiene que por cada 5.84 m³ de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón y que el costo de este producto es de 2,500.00 pesos por tonelada. Por lo que en este caso si este volumen fuera comercializado se tendría una percepción económica que se anota en la **Tabla 2.22**.

Tabla 2.22 Estimación económica del carbón vegetal.			
CONCEPTO	VOLUMEN TOTAL A AFECTAR EN 1.01 HA	COSTO POR TONELADA	VALOR TOTAL EN PESOS
Carbón vegetal	7.47	2,500.00	3,197.77
TOTAL			\$ 3,197.77

Obtención de Tierra vegetal.

Para el caso de las zonas selváticas de la Isla de Cozumel y, en particular, para el área que se solicita como cambio de uso del suelo dentro del conjunto de predios de interés, se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico de textura media. Para este tipo de suelo se debe mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva.

Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. Para el predio, se observa una capa de suelo de alrededor de 5 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a la microtopografía existente en el terreno, es decir, que este presenta gran cantidad

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

de piedras y zonas donde literalmente no existe suelo, por lo que se ha considerado una capa de alrededor de 0.5 cm en promedio. Si este volumen fuera comercializado se tendría una percepción económica que se muestra en la Tabla 2.23.

Tabla 2.23 Estimación económica de la tierra vegetal.			
CONCEPTO	SUPERFICIE TOTAL A AFECTAR 1.01 HA	COSTO POR M3	VALOR TOTAL EN PESOS
Tierra vegetal	50.78 m ³	50.00	2,539.07
Total			\$ 2,539.07

Fauna:

En general para la fauna, esta posee desplazamiento propio y que responde al menor ruido posible, por lo que es lógico de pensar que el movimiento del personal aunado al ruido ocasionado por la maquinaria ocasionará que esta se desplace a las zonas aledañas en donde no represente mayor riesgo.

Después de aplicar la metodología correspondiente se tiene que el grupo con mayor número de especies registradas es el de las Aves con 13 especies, mientras que los Anfibios están representados por 2 especies, los Mamíferos con 7 especies, y finalmente los reptiles con 5 especies (Tabla 2.24).

Tabla 2.24 Composición taxonómica de la fauna vertebrada registrada para el predio Bahía Turquesa.					
Clase*	Orden	Familias	Géneros	Especies	ESTATUS (NOM-059- SEMARNAT-2010)
Anfibios	1	2	2	2	0
Reptiles	2	12	14	13	11
Aves	6	12	21	28	3
Mamíferos	3	4	5	5	0
Totales	12	30	42	48	14

Si estas fueran comercializadas se tendría una percepción económica que se muestra en la Tabla 2.25.

Tabla 2.25 Estimación económica de la fauna.				
ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A AFECTAR EN 1.010 HA	COSTO POR IND.	VALOR TOTAL EN PESOS
Anfibios				
<i>Leptodacylus labialis</i>	Ranita de charca	1	20.00	20.00
<i>Ollotis valliceps</i>	Sapo	1	20.00	20.00
			Subtotal (1)	40.00
Reptiles				
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte	1	100.00	100.00
<i>Trachemys venusta</i>	Hicotea	1	75.00	75.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

<i>Kinosternon scorpioides</i>	Caquito	2	50.00	100.00
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gecko	1	5.00	5.00
<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	3	75.00	225.00
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	4	150.00	600.00
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	4	15.00	60.00
<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija	3	15.00	45.00
<i>Amolis sericeus</i>	Lagartija	3	15.00	45.00
<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija	2	15.00	30.00
<i>Aspidocelis cozumela</i>	Lagartija	1	15.00	15.00
<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra verde	1	50.00	50.00
<i>Boa constrictor</i>	Boa	1	150.00	150.00
Subtotal (2)				1,500.00
Aves				
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano	3	250.00	750.00
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	4	75.00	300.00
<i>Egretta thula</i>	Garza nívea	1	150.00	150.00
<i>Eudocimus albus</i>	Ibes	1	150.00	150.00
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote	4	150.00	600.00
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	1	150.00	150.00
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Gavilán	1	150.00	150.00
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	1	75.00	75.00
<i>Columba livia</i>	Paloma	2	30.00	60.00
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortolita	1	30.00	30.00
<i>Zenaida asiatica</i>	Tórtola alas blancas	2	30.00	60.00
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita azul	2	30.00	60.00
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita	2	30.00	60.00
<i>Amazilia yucatanenses</i>	Colibrí	1	100.00	100.00
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Tirano tropical	1	200.00	200.00
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	1	200.00	200.00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Benteveo	3	200.00	600.00
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	1	50.00	50.00

Tabla 2.24 Estimación económica de la fauna.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	TOTAL A AFECTAR EN 1.010 HA	COSTO POR IND.	VALOR TOTAL EN PESOS
Aves				
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	5	100.00	500.00
<i>Dives</i>	Tordo	1	150.00	150.00
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	100.00	100.00
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculado	1	100.00	100.00
<i>Icterus chrysater</i>	Bolsero dorso dorado	1	100.00	100.00
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero	1	100.00	100.00
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	4	200.00	800.00
Subtotal (3)				5,595.00
Mamíferos				

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	1	50.00	50.00
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	1	300.00	300.00
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	250.00	250.00
<i>Nasua narica</i>	Tejón	1	250,00	250,00
<i>Tayassu tajacu</i>	Jabalí	1	250.00	250.00
Subtotal (4)				1,100.00
TOTAL (1+2+3+4)				\$ 8,235.00

Por lo anterior, en la **Tabla 2.25** se resumen el valor de los recursos biológicos en el inmueble de interés.

Tabla 15.13 Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales (Flora y fauna).		
RECURSO	TOTAL A AFECTAR POR CAMBIO DE USO DE SUELO	VALOR TOTAL EN PESOS
Palizada	1.01 hectárea	\$ 3,643.20
Palmas		\$ 125.00
Plantas de ornato		\$ 3,650.00
Carbón vegetal		\$ 3,197.77
Tierra vegetal		\$ 2,539.07
Fauna		\$ 8,235.00
TOTAL		\$ 21,390.04

De acuerdo con los datos antes expuestos, el valores de los recursos dentro del área de 1.01 Ha que se solicita como cambio de uso del suelo es de aproximadamente \$ 21,390.04 pesos.

Análisis del ecosistema en lo que se refiere a estructura y funcionalidad.

✓ **Escenario actual (Foto 2.9).**

La selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva muestreada en los alrededores del conjunto de predios, presenta una estructura vertical de tres estratos, el arbóreo constituido por las especies de tallas mayores como habin (*Piscidia piscipula*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros. En general, los árboles presentan copas de tamaño irregular, aunque en definitiva especies como el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), presenta copa más bien amplia, misma que presenta un dosel que se ubica por arriba de los 10 m de altura. Asimismo, para la temporada de lluvias y extendiéndose hacia la temporada invernal, el dosel arbóreo se encuentra parcialmente cerrado. Por otra parte, como es propio de las selvas de la región la pérdida en el tamaño de la copa de los árboles, seguramente está relacionada con la incidencia de vientos fuertes e incluso de tipo huracanado que con frecuencia afectan la región, siendo Gilberto (2008) y Wilma (2005) los fenómenos que más afectaciones han ocasionado en la zona.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Además se presenta un estrato arbustivo alto de entre 3 y 8 m de altura, el cual está constituido por numerosos individuos donde destacan; el chaca (*Bursera simaruba*), chicozapote (*Manilkara zapota*), guaya (*Talisia olivaeformis*), katalox (*Swartzia cubensis*), majagua (*Hampea trilobata*), tastab (*Guettarda combsii*), entre otros.



Foto 2.9 La selva baja subcaducifolia en el conjunto de predios con el dosel semicerrado.

El estrato herbáceo de 0.1 a 3 m de altura, presenta una distribución propia al observarse una mezcla de especies tanto de los otros estratos como las propias herbáceas y bejucos. En este estrato se observa la regeneración de los adultos presente así como las palmas *Thrinax radiara* y *Sabal yapa*, así también otras especies como akitz (*Thevetia gaumeri*), sakbob (*Coccoloba diversifolia*), chechem blanco (*Sebastiania adenophora*), además de la presencia de bejucos como *Hiraea obovata*.

La razón por la cual no se observa un gran proceso de regeneración por esta vía, está referida a la gran cobertura que presenta el dosel arbóreo que impide que la luz llegue hasta el nivel de piso. Por lo que las plántulas que no alcanzan un desarrollo temprano, pueden ver inhibido su desarrollo y solamente durante la temporada seca en que está abierto el dosel tendrán oportunidad de alcanzar cierta altura, solamente que esta etapa coincide con la falta de humedad, lo que limita la regeneración natural de la zona.

En lo referente a las formas de vida, se debe mencionar que en el predio los árboles se encuentran medianamente representados con la distribución de 22 especies con un DAP por arriba de los 10 cm. Por su parte, los arbustos juegan un rol importante. Los bejucos se encuentran limitados a un cuantas especies y en donde sobresale *Hiraea obovata* y *Arrabidea* sp.

Por otra parte, se puede considerar que la selva baja con vegetación secundaria arbórea y arbustiva mantendrá una tendencia a la restitución de la estructura de la vegetación con especies propias de dicho ecosistema y de tallas y alturas un poco más altas. Además se debe considerar que esta vegetación puede estar expuesta a alguna afectación en el caso de la presencia de alguna perturbación atmosférica, incendio o cambio en el uso del suelo.

En referencia la funcionalidad del ecosistema, se debe citar que la selva baja con vegetación secundaria arbórea que se distribuye en la Isla de Cozumel, y en específico, en la zona del conjunto de predios de interés está sujeta a un régimen natural, por lo que contribuye de manera directa en la promoción de los distintos servicios ambientales. Si bien es cierto que la ciudad de San Miguel y el desarrollo turístico, empiezan a manifestar fuerte presión sobre estas zonas selváticas, lo que es evidente por la manifestación de la disposición inadecuada de basura en vialidades de acceso, los desmontes furtivos, la extracción de tierra para jardín y piedras (para la construcción rural y urbana), etc.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Además y de manera general, en la zona aún prevalecen grandes macizos arbolados, en donde se manifiesta un dosel cerrado para la temporada lluviosa (aunque dada la abundancia de especies caducifolias para la temporada seca éste se encuentra prácticamente abierto). De tal manera que los procesos naturales manifiestan continuidad. De hecho dentro del predio de interés, no se ha derribado la vegetación y cuando se realice algún tipo de actividad productiva aun quedará una gran superficie en pie.

✓ **Escenario en corto plazo en la fase de restauración (Foto 2.10).**

Para el desarrollo del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa; Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se habrá de requerir de una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas), las cuales serán desmontadas en su totalidad y se eliminará la capa superficial de suelo. Para lograr la restauración será necesario colocar de nueva cuenta una capa de sustrato fértil y sobre la cual se debe de efectuar la reforestación con plantas nativas empleando como mínimo 1,089 plantas por hectárea. Todas esas acciones se deberán realizar de manera preferente en la temporada de lluvias, y en su caso, se deberá aplicar riego de apoyo.



Foto 2.10 Presencia de pixoy (*Trema micrantha*) en zonas de reciente perturbación.

Por lo anterior y en un período de 3 a 4 años se espera se haya establecido un “guamil joven” que es aquel que corresponde con un bosque joven y ralo. Las alturas de las especies no deberán de rebasar los 2-4 m de altura. Además de que se deberá llevar a cabo acciones de limpieza (chapeo). Lo anterior, debido a que por efecto de la dispersión de semillas por el viento y la lluvia (riego) se desarrollara gran número de elementos invasores y especies oportunistas en donde sobresalen gramíneas como *Panicum maximum* (zacate Johnson) y *Sorghun halepense* (zacate guinea). Asimismo, proliferarán herbáceas de mayor talla como *Carica papaya* (papaya silvestre), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Hamelia patens* (xcanan), *Trema micrantha* (pixoy), entre otras.

En este caso, el saneamiento del sitio a través del chapeo será muy importante ya que las especies referidas en su agresividad de desarrollo pueden sobrepasar en altura y cobertura a las especies arbóreas que se hayan plantado, llegando a colapsar su desarrollo.

✓ **Escenario en mediano plazo en la fase de restauración (Foto 2.11).**

Se reconoce que en mediano plazo que generalmente se considera de entre 8 y 10 años, la plantación sigue siendo considerada bajo el término de guamil y considerada aún como un bosque joven y ralo aunque de varios años de desarrollo.

La plantación que se haya realizado, mostrará un importante incremento en altura aunque los individuos se mantendrán dentro de la categoría de los 4-6 m. Para este momento, se observa que se comienzan a desarrollar los tallos leñosos aunque éstos se mantendrán por debajo de la categoría

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

de los 5 cm aunque individuos como *Bursera simaruba* (chaca) y *Lysiloma latisiliquum* (tzalam) pueden haber alcanzado tallas mayores. De cualquier manera, las especies habrán sobrepasado por mucho al estrato herbáceo dominado por gramíneas y otras especies de rápido crecimiento y que en muchas situaciones corresponden con aquellas de crecimiento anual o bianual.

Para el caso de *Carica papaya* (papaya silvestre), y en especial, de *Cecropia peltata* (guarumbo), es posible que se manifiesten como elementos arbóreos. No obstante, presentarán señales evidentes de senectud, por lo que tendrán follaje escaso, tallos secos y muchas veces ausencia de una copa bien estructura. Por el contrario, se debe de esperar que los árboles que hayan sido plantados manifiesten cierto vigor en su desarrollo y comiencen a contribuir con los servicios ambientales como son: perchas para el descanso de la fauna silvestre e incluso alimento para las mismas, se tendrá un sistema radicular bien establecido lo que contribuirá a la estabilidad de los suelos y desde luego será evidente que contribuyen a la captura de carbono lo que se reflejará en el incremento en grosos de tallos y vigor del follaje.



Foto 2.11 Vista del bosque ralo aunque con gran regeneración.

Desde luego que si se ha mantenido el riego de apoyo, es probable que se siga teniendo algunos problemas con la generación de herbáceas agresivas en el estrato más bajo, por lo que el chapeo de la maleza continuará siendo necesario aunque es probable que éste se cada vez más esporádico (una vez al año o bianual).

✓ **Escenario en largo plazo (Foto 2.12).**

Finalmente, se tiene que en largo plazo contemplado éste como mayor a los de 10 años y que se puede extender a más allá de los 20 años y en el supuesto de que exista un total abandono de actividades humanas en el sitio, la vegetación se observaría constituida como un acahual joven de selva mediana compuesto por leguminosas y otras especies con espinas como cornezuelo (*Acacia collinsii*) y laurelillo (*Nectandra coriacea*) con una abundancia de individuos de chaca (*Bursera simaruba*), chechem (*Metopium brownei*). En este caso, el guarumbo (*Cecropia peltata*), papaya silvestre (*Carica papaya*) prácticamente estarán ausentes y es probable que se manifieste cierta abundancia de especies de palmas en el sotobosque en donde *Thrinax radiata* (chit) es la que se manifiesta con mayor frecuencia.

Los acahuals de selva mediana de hasta 10 años, se observan con mayor altura de hasta 4 o 10 m, se integran otras especies como kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), tzitzilche (*Gymnopodium floribundum*), yaxnik (*Vitex gaumeri*), entre otros. En esta vegetación también se observaría que las especies con una altura aproximada de 8 a 10 m, presentarían una diferencia de diámetros de entre 5 a 20 cm y posiblemente algunos de 25 como es el caso del chaca (*Bursera simaruba*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) y amate (*Ficus cotinifolia*) entre otros.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por otra parte, los sitios contarían con una estructura cerrada con presencia de árboles, arbustos y bejucos que constituyen en la mayoría de los casos una barrera casi intransitable, además algunas las especies que surgen luego de alguna actividad antropogénica son muy resistentes y sus troncos que permanecen retoñan con facilidad después de ser abandonados, además que poseen rapidez de colonización y desarrollo invadiendo hasta las zonas aledañas.



Foto 2.12 Abundancia de individuos de baja tallas (1 a 5 cm en DAP) y gran regeneración en el sotobosque.

En este sentido, se debe considerar que acuerdo con los registros que se tienen de los incendios que se han generado en Quintana Roo, como es el caso del que se presentó en 1989, luego del paso del huracán Gilberto.

Luego de casi 25 años de este evento, precisamente esta es la estructura que se presenta en los ecosistemas afectados. De esta forma, la restitución de la selva mediana con vegetación arbórea y arbustiva típica habrá de requerir mucho más tiempo para su desarrollo.

Finalmente, se debe citar que en lo general el achual difiere en diferentes aspectos de la selva, ya que la comunidad se encontraría en pleno desarrollo y la competencia de los individuos por el espacio y la luz es muy grande. De tal manera que la estructura de la vegetación así como la densidad de individuos es mucho más alta que en una selva. En este sentido, cobra importancia que durante el periodo se hayan aplicado riegos de apoyo.

De cualquier manera, se considera que para esta fase el ecosistema ya estará contribuyendo de manera directa con los servicios ambientales como es: captación de agua (ya que se contará con la restauración de las zonas selváticas dedicadas al uso de la vida natural); mantenimiento de alta diversidad (ya que se mantendrá una diversidad de especies propias de ecosistemas secundarios y de los selváticos propiamente dichos), captura de carbono (ya que las especies arbóreas estarán en fase de crecimiento y de incremento en talla y volumen absorbiendo el carbono atmosférico), etc.

II.2.9 Operación y mantenimiento

Las actividades de operación y mantenimiento se desarrollarán de acuerdo a lo referido en la **Tabla 2.26**.

Tabla 2.26 Programa de operación-mantenimiento.	
CONCEPTO	PERIODICIDAD
Vigilancia.	Permanente
Limpieza de vialidades de acceso	Permanente
Limpieza de alcantarillas.	Tres veces al año o cuando sea requerido
Rastrillado y bacheo de vialidades de acceso.	Cada 6 meses o cuando sea requerido
Revisión de señalizaciones.	Una vez a año o cuando sea requerido
Mantenimiento de jardinería.	Permanente

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.26 Programa de operación-mantenimiento.	
CONCEPTO	PERIODICIDAD
Mantenimiento del alumbrado público.	Cada 3 meses o cuando sea requerido
Mantenimiento del sistema de agua potable	Cada que sea requerido
Mantenimiento del drenaje sanitario	Cada que sea requerido

Vigilancia. Esta actividad permitirá regular todas las actividades que se realizan al interior del desarrollo e incluye la regulación de la velocidad de los vehículos que circulen por la zona, también es importante contar con patrullaje en auxilio de todos aquellos que transiten a lo largo de las distintas zonas. Además de que de esta manera se evitará que en el sitio se lleve a cabo la mala disposición de residuos sólidos y líquidos, los cuales de otra manera pueden ser fuente de contaminación.

Actividades de limpieza. Esta actividad es importante que se desarrolle de manera rutinaria, para mantener los espacios comunes de la tienda y sus colindancias libres de residuos sólidos y prevenir que sean dispuestos furtivamente, evitando tiraderos clandestinos. Esta actividad se llevará a cabo con herramientas manuales.

Limpieza de drenaje pluvial. Esta actividad se desarrollará cada 4 meses, en caso de lluvias se vigilarán las condiciones del drenaje, lo que evitará que se azolve, permitirá el buen flujo del agua pluvial y se evitará la formación de charcos y baches.

Nivelación y bacheo. Dentro de esta actividad se desarrollarán trabajos de bacheo y rastrillado en las zonas que por efectos de rodamiento vehicular y eventos naturales se deterioren las vías de acceso. Esta actividad debe llevarse a cabo conforme al programa de mantenimiento para evitar problemas de tránsito en las vialidades internas.

Revisión de señalizaciones. Para esta actividad se revisarán y actualizarán los señalamientos viales que lo requieran, ya que los materiales a emplear pueden sufrir daños como son la corrosión por la salinidad del mar, vandalismo, deterioro de la pintura, etc. Para esta actividad, será necesario, en su caso y en su momento, pintar las piezas que presenten deterioro o el cambio total para aquellas que presenten una corrosión muy fuerte.

Mantenimiento de Jardinería. Se espera que se aplique un programa de restauración de espacios afectados por la construcción del proyecto, Además de que las banquetas y camellones centrales en los que sea factible se adecuarán como áreas verdes, para cuyo mantenimiento se contará con un programa de jardinería que permita la restauración de sitios afectados, en su caso, que puedan ser incorporados como áreas verdes.

Mantenimiento del alumbrado público. Esta es una actividad primordial para la seguridad de los usuarios de la zona en horas de la tarde y noche. Por lo que se debe mantener un programa de reposición de luminarias, reparación o cambio de postes, mantenimiento de cables y pintura, etc., para que la tienda sea un lugar seguro.

De manera adicional, se tendrán actividades en los servicios recreativos con énfasis en el buceo, mismas que enseguida se señalan.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Instrucción, entrenamiento y cursos para todos los niveles, incluyendo prácticas para principiantes en alberca y formación teórica en el aula, todo a cargo de instructores certificados.
- Preparación de tours de buceo a cargo de guías certificados, lo cual incluye la supervisión y revisión de equipo, renta y venta de equipo de buceo, contratación de embarcaciones de prestadores de servicios autorizados, supervisión en la carga y descarga del equipo en las embarcaciones, planeación de recorridos y horarios.
- Servicios post-tour, que incluyen uso del secadero para enjuagar el agua marina del equipo utilizado, charlas de información respecto a lo observado en el viaje, venta de fotografías y videos submarinos.
- Servicios recreativos y de salud física en el sitio, como uso del gimnasio, relajación en las áreas abiertas, asoleadero en torno a la alberca y venta de bebidas y botanas.
- Otra actividad relacionada con el buceo, muy importante, es la dotación de tanques de buceo con las mezclas de aire de acuerdo a los diferentes tipos de viajes que se programen. Para ello, se contratará el servicio de estaciones de llenado establecidas en la isla y que ofrezcan las mejores condiciones de seguridad, como Meridiano 87.
- Los principales recursos a utilizar en esas actividades, además del propio espacio del proyecto y su paisaje, son energía eléctrica y agua, la cual se usará para los servicios sanitarios, regaderas, enjuague de equipo y lavado de trastes en el snack-bar. En todos los casos se instalará equipo con economizadores, aireadores y restrictores de flujo, para obtener valores que no rebasen 5 l/descarga en inodoros, 10 l/minuto en regaderas y enjuagador y 5 l/minuto en llaves de lavabos.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Se prevé que el proyecto tenga una duración indefinida, con el mantenimiento necesario. Para el caso de que se opte por cesar con la operación del proyecto, se presentará un Programa de Abandono del Sitio, en el cual se detallarán las acciones de retiro de las instalaciones y rehabilitación del sitio. Dicho programa se presentará para su aprobación con 4 meses de anticipación a la fecha prevista para iniciar esas acciones de abandono.

Las acciones generales a realizar en el Programa de Abandono son las siguientes.

- Retiro de materiales, equipo y muebles. Venta de los que sirvan y concentración de los que no en un área específica para su traslado al relleno sanitario o lo que sea que exista en ese momento (planta de reciclaje, gasificador de arco de plasma, etc.).
- Desmantelamiento manual de estructuras de desmontables, como andador de acceso al embarcadero y embarcadero, palapas, decks, etc., cuyos materiales serán clasificados y concentrados en áreas específicas para su reciclamiento y en su caso traslado a sitios autorizados o a donde indique la autoridad municipal.

Demolición de estructuras permanentes.

En casos que se requiriera efectuar estas acciones se considerará:

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Paso 1: Retiros de superestructura y accesorios, como cristales, aluminio, láminas, plafones, instalaciones eléctricas y sanitarias superficiales, herrería, etc. Se clasifican por tipo de material y se concentran en áreas específicas para su traslado a sitios autorizados de empresas de reciclaje o relleno sanitario.
- Paso 2: Demolición de techos y muros. Se hará la demolición manual o con ayuda de maquinaria ligera y de mano, como rompedoras hidráulicas asistidas con un compresor eléctrico. En este paso se hará la separación de materiales estables, como concreto y bloques, de otros como poliductos, cables y varillas de hierro, y se concentrarán por separado en áreas específicas para su traslado a sitios autorizados para recibir rellenos, de reciclaje o relleno sanitario respectivamente.
- Paso 3: Demolición de pisos y cimientos. Se realizará con el mismo equipo propuesto para la demolición de techos y muros. Se hará separación de materiales estables o inertes de otros como tubería, cables y metales. Los materiales clasificados serán acopiados en sitios específicos para ser retirados a sitios de disposición autorizados para cada caso, como relleno sanitario, sitios que permitan recibir material de relleno y empresas recicladoras.
- Limpieza. Una vez terminado el retiro de los materiales, se procederá a hacer una limpieza general del área, cuidando que no queden materiales de obra.

Adecuación al nuevo uso

El sitio será adecuado para el nuevo uso que se requiera, el cual puede ser un nuevo proyecto o la restitución como área natural. En el primer caso, se tramitará previamente la autorización respectiva. En caso de que ya no se quiera dar uso al terreno, se presentará un programa de rehabilitación como área natural, en el cual se señalen las acciones de restitución o agregación de suelo, reforestación con especies nativas, etc., de acuerdo con las coberturas originales que se identificaron en el sitio, y el periodo durante el cual se mantendrá el cuidado del área para garantizar su rehabilitación.

En todo caso, se deberá atender a las condicionantes establecidas en los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes en su momento.

II.2.11 Programa de trabajo

El programa de trabajo tiene por objeto precisar las distintas actividades que se habrán de realizar y los periodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de estas acciones y que culminará con el cambio de usos del suelo que se contempla dentro de la presente solicitud. Asimismo, a través de éste se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar las acciones; previendo de esta manera las necesidades de adquisición de materiales, equipos y recursos económicos.

Para la implementación del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, la empresa promovente tiene considerado un Programa General de Trabajo. **Dentro de este calendario, la etapa de cambio de uso del suelo se llevará a cabo durante la etapa de preparación del sitio, por lo que considerando cualquier imprevisto sobre todo la situación económica que aún prevalece en el ámbito mundial se solicita un período que será de 10 años para realizar esta actividad.** Por lo tanto, en la **Tabla 2.27** se presentan las actividades a realizar y que han sido resumidas en 20 semestres.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.27 Programa general de trabajo dentro de un lapso de 10 años **.																				
Preparación del sitio (Cambio de uso del suelo).																				
ACTIVIDADES	SEMESTRES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Obtención de licencias, permisos y autorizaciones, evaluaciones económicas etc.	X																			
Aviso del inicio de las actividades con motivo del CUS	X																			
Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
Colocación de malla o tapiales				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Acondicionamiento del vivero.		X	X	X	X															
Marcaje de individuos susceptibles ser rescatados.		X	X	X	X	X	X													
Rescate de especies de flora			X	X	X	X	X	X	X					X	X					
Rescate de especies de fauna silvestre.			X	X	X	X	X	X	X											
Desmonte de las áreas de desplante				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Despalme del terreno.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Selección y acopio de material terrígeno para su aprovechamiento.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Trituración del material vegetal acopiado.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
Manejo de especies en vivero			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza del sitio de obra		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Presentación de informes de avance del proyecto.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

** Se habrá de notificar de manera oportuna a la Autoridad competente el inicio de actividades para poder cumplir con los plazos solicitados.

Asimismo, se prevé que el desarrollo del proyecto tomará **un plazo similar de 10 años para la etapa de construcción**. Por lo que enseguida se muestran los cronogramas separando las obras permanentes de las instalaciones rústicas de madera (**Tabla 2.28**).

Tabla 2.28 Programa de trabajo para obras permanentes																				
Etapas/actividad	SEMESTRES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Construcción																				
Trazo de desplante	X	X	X																	
Bodega provisional	X	X																		
Relleno y Nivelación de áreas		X	X	X	X	X	X	X	X											
Excavación alberca y aljibe			X	X	X	X	X	X	X											
Cimentaciones edificios				X	X	X	X	X	X	X	X									

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 2.28 Programa de trabajo para obras permanentes

Etapa/actividad	SEMESTRES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pisos y firmes					X	X	X	X	X	X	X									
Muros, estructura						X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Losas y techumbres							X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Instalación hidráulica							X	X	X	X	X	X								
Instalación eléctrica							X	X	X	X	X	X								
Instalación sanitaria							X	X	X	X	X	X	X							
Red telefónica											X	X	X	X						
Acabados								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Cancelería y carpintería									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Jardinería															X	X	X	X	X	X
Limpieza del sitio de obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Presentación de informes de avance del proyecto.		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

En referencia las instalaciones de madera que se ubicarán en su mayor parte en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en la Zona marítima, por lo que requieren de permisos de obras en ZOFEMAT que emita la SEMARNAT y además de un permiso para construir y operar el embarcadero por la SCT, los cuales requieren a si vez que se haya tramitado antes la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental; por ello, se estima un plazo de 12 meses para obtener todos dichos permisos. De cualquier modo, el programa de obra por este concepto incluye un calendario de 24 meses y las actividades que se señalan en la **Tabla 2.29**

Tabla 2.29 Programa de trabajo para instalaciones rústicas de madera

Etapa/actividad	BIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	
Permisos de ZOFEMAT y SCT	X											
Trazo de ejes y balizado		X										
Colocación de geotextil			X	X	X	X	X					
Hincado de pilotes				X	X	X	X					
Refuerzos, cargadores y largueros					X	X	X	X				
Cubiertas de tablas							X	X	X			
Barandales								X				
Señalamiento y vial etas								X	X			
Defensas y accesorios								X	X	X	X	
Limpieza del sitio de obra				X		X			X		X	

Para la **operación**, se estima que las obras permanentes del proyecto podrán funcionar por un plazo de **50 años**, aunque éste podría prolongarse con el debido mantenimiento de las instalaciones.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

La vida útil de las instalaciones rústicas será mucho menor, dados los materiales utilizados, pero por ser fácilmente desmontables es posible sustituir piezas deterioradas, por lo que su operación podrá prolongarse por un periodo semejante.

II.2.12 Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos y emisiones al aire

En la **Tabla 2.30** se enlista la generación de residuos por etapa del proyecto, así como su manejo y disposición final.

Tabla 2.30 Manejo general de residuos.			
RESIDUOS	ETAPA	MANEJO	DISPOSICIÓN FINAL
<i>Residuos Peligrosos</i>			
Aceite gastado	Preliminares Construcción	Contenedores metálicos con tapa, etiquetados y ubicados en un sitio adecuado para almacenamiento temporal	A través de un prestador de servicios autorizado por la SEMARNAT
Estopa, trapos y papeles impregnados de aceite gastado	Preliminares Construcción		
	Operación		
Envases que contuvieron aceite, pinturas o solvente	Preliminares Construcción Operación	Contenedores metálicos con tapa, etiquetados y ubicados en un sitio adecuado para almacenamiento temporal	A través de un prestador de servicios autorizado por la SEMARNAT
Derrames accidentales de combustible.	Operación	Lanchas de prestadores de servicios atracarán en el embarcadero, lo que implica riesgo de derrames accidentales de combustible o aceite.	Se exigirá a los prestadores de servicios turísticos contar con lanchas y motores en buen estado y no se permitirá carga de combustible, mantenimiento o reparación en el sitio. Se contará con un kit antiderrames listo para ser desplegado, que incluya mangas y mantas hidrófugas-lipofílicas y un tambor de plástico de alta densidad de 200 litros para recuperación.

Tabla 2.30 Manejo general de residuos.			
RESIDUOS	ETAPA	MANEJO	DISPOSICIÓN FINAL
<i>Residuos No Peligrosos</i>			

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Orgánicos	Preliminares	Como resultado del desmonte se producirán residuos vegetales, sobre todo ramas, troncos, hojarasca y raíces.	En el caso de los residuos vegetales estos serán triturados para ser reincorporados a las áreas de conservación y áreas verdes. La basura ya presente será acopiada en un lugar aislado o en tambores y trasladada al relleno sanitario de la isla. El material de despalme será mezclado con material vegetal triturado para ser reincorporado a las áreas de conservación.
Orgánicos	Construcción	Se generaran desechos de alimentos procesados y bebidas al sitio que serán colocados en contenedores con tapa etiquetados	
Inorgánicos	Preliminares	Se generaran bolsas de papel, cartón, trozos de madera, plástico etc., que serán colocados en contenedores con tapa etiquetados.	Desechos sólidos a través del servicio municipal de recolección de basura.
	Construcción		
	Operación		
Aguas grises	Operación	Se prevé la generación de aguas grises por el lavado de cristalería y demás enseres	Los efluentes del área serán canalizados a la planta de tratamiento de aguas residuales autorizada del proyecto.
Aguas salobre	Operación	En la zona de Secadero se enjuagará con agua dulce (de lluvia) el equipo de buceo que se use en el mar, lo que generará sólo agua ligeramente salobre.	El agua salobre resultante de enjuague de equipo de buceo en el Secadero se usará para regar las áreas de conservación, sobre todo las más próximas a la costa.
Aguas residuales	Preliminares	Mediante letrinas portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores.	Mediante pipas recolectoras de aguas residuales
	Construcción		
	Operación	En Planta de tratamiento construida <i>ex profeso</i> .	Podrá ser utilizada como riego en áreas verdes. Los excesos podrán ser inyectados por medio de un poso de absorción por debajo de estrato salino.
Lodos	Operación	Se aplicará el análisis CRETIB para certificar su inocuidad	Podrán ser utilizados como abono orgánico

Tabla 2.30 Manejo general de residuos.

RESIDUOS	ETAPA	MANEJO	DISPOSICIÓN FINAL
Residuos No Peligrosos			

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Polvos	Preliminares		El retiro de vegetación puede dejar áreas de suelo descubiertas que permitan la suspensión de partículas de suelo.	Se deberán humedecer las áreas descubiertas para evitar que el aire levante partículas de suelo.
	Construcción		Los materiales de construcción, como sascab y arena, cemento, cal, etc., son susceptibles de suspensión en el aire por efecto del viento.	Los materiales que se utilicen en la obras y que no se adquieran empaçados serán mantenidos cubiertos con lonas para evitar su dispersión por el viento, en tanto se utilizan.
Gases de motores de combustión interna	Preliminares	La maquinaria, equipos y unidades de transporte deberán disponer de los dispositivos de control de emisiones que señale la norma.	La velocidad de los vientos dominantes favorecen su dispersión	
	Construcción			
Gases de motores de combustión interna	Operación	La maquinaria, equipos y unidades de transporte deberán disponer de los dispositivos de control de emisiones que señale la norma.	Se cuidará que las lanchas y cualquier equipo de motor se hallen en buenas condiciones mecánicas.	Se espera que las emisiones generadas por los motores sean por periodos cortos, y con mínimas emisiones, que resultan poco significativas en un medio abierto donde los vientos permiten la dispersión con eficiencia.
Vapores de pinturas y solventes	Construcción	El personal que los aplique usará el equipo apropiado para su protección	La velocidad de los vientos dominantes favorecen su dispersión	

II.2.14. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Residuos sólidos.

Los residuos sólidos que se generarán durante la etapa de construcción deberán ser periódicamente recolectados y dispuestos en recipientes adecuados para su traslado al basurero municipal. El procedimiento consistirá en la realización de la limpieza diaria de las áreas de trabajo y el acopio de los residuos sólidos generados, mismos que serán depositados en tambores de 200 litros para su posterior traslado al sitio autorizado (**Foto 2.12**).



Foto 2.12 Ejemplo de infraestructura básica para el confinamiento temporal de los residuos en el sitio de interés.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Los residuos sólidos peligrosos que se generarán durante la etapa de construcción se recolectarán en contenedores metálicos con tapa, etiquetados y ubicados en un sitio adecuado para almacenamiento temporal y su disposición final será a través de un prestador de servicios autorizado por SEMARNAT (**Foto 2.13**).

Aguas residuales.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores de obra, que se consideran adecuados para el uso de los trabajadores de la obra, a los cuales se les dará el debido mantenimiento y limpieza. Los desechos se dispondrán en la planta de tratamiento más cercana a través de los prestadores de este tipo de servicios y bajo contrato específico (**Foto 2.14**).

Durante la etapa de operación del proyecto, se utilizarán las instalaciones sanitarias de la planta de tratamiento construida *ex profeso*.

Emisiones a la atmósfera.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las emisiones a la atmósfera se encontrarán por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, por lo que se supervisará de manera regular que no realicen emisiones extraordinarias de humo, que se cuente con un programa de mantenimiento preventivo y que este se lleve a cabo en talleres especializados. En caso de la descompostura de algún de los equipos, el mismo no deberá ser reparado en el sitio de obra sino que debe ser trasladado a los centros especializados. Por otra parte, se considera que la zona está libre de contaminación por este concepto debido a la presencia de vientos dominantes dl este y sureste que favorecen la dispersión de contaminantes.

Durante la etapa de operación, se puede esperar la generación de olores desagradables desde la Planta de Tratamiento producto de la descomposición de la materia orgánica. Por lo que ya deberá existir una barrera de vegetación para que mitigue y contribuya a la disipación de los olores en la atmósfera y se puedan dispersar más fácilmente.

Asimismo, en todas las etapas del proyecto deberá estar prohibida la quema de desechos. Lo cual se supervisara de manera directa y mediante la colocación de letreros alusivos (**Figura 2.4**).



Foto 2.13 Los residuos peligrosos en depósitos con tapa y rotulados.

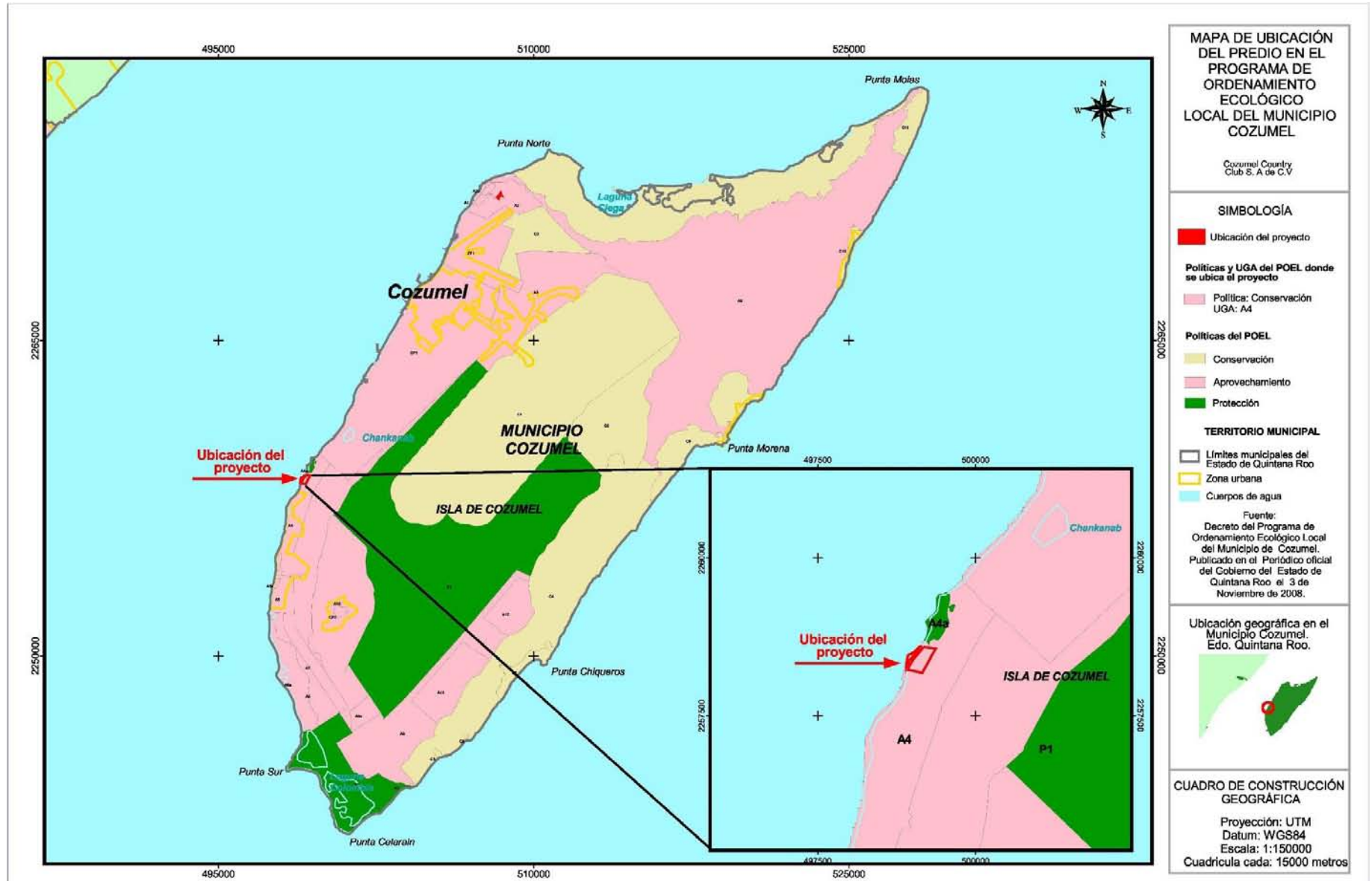


Foto 2.14 Los residuos sanitarios en la fase de construcción en letrinas portátiles.



Figura 2.4 Estará prohibida la quema de desechos en todas las etapas del proyecto.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



CAPITULO III

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

CONTENIDO

III.1. Información Sectorial	2
III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	5
III.2.1. Criterios ecológicos asociados al POEL del municipio de Cozumel	8
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas	20
III.3.1. Criterios del Programa de Manejo de Parque Marino Nacional	23
III.4. Normas Oficiales Mexicanas	29
III.5. Ley General de Vida Silvestre	43
III.6. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)	46
III.7. Autorizaciones municipales. Factibilidad de Uso y destino del suelo.	46

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

III.1. Información Sectorial

La dinámica poblacional en el estado de Quintana Roo ha sido una de las más aceleradas del país y en donde el crecimiento se encuentra cimentado en el impulso de las inversiones turísticas, las cuales refieren de manera directa la hotelería y la prestación de servicios de esparcimiento que se ofertan en la ciudad de Cancún como polo diversificador, al cual se integra la Riviera Maya así como las Islas de Mujeres y Cozumel como un amplio polígono donde se despliega una gama por demás importante de atractivos escénicos.

Después de más de 3 décadas de decidido apoyo a la actividad turística en la Entidad, se refleja en las poblaciones de los municipios norteños el impacto en el crecimiento e inclusive a lo largo de la Riviera Maya se comienzan a superar a las propias inversiones que se tenían otrora en la ciudad de Cancún; por lo que este corredor se ha convertido en el atractivo más solicitado de los viajeros del mundo entero. En el caso de Cozumel, es durante la década de 1960-70's que se visualizó su potencial turístico por lo que se dio la construcción de los primeros hoteles y la incipiente promoción nacional e internacional que se gestó en un principio con publicaciones y comentarios personales que hacían algunos turistas que visitaban la isla y regresaban a sus hogares maravillados por las bellezas naturales que aquí encontraban tanto en las playas, la pesca y el buceo.

A este escenario de riqueza natural, se sumaba la amabilidad de su gente y la franquicia preferencial que existía gracias a la condición de zona libre, por lo que los visitantes encontraban productos de todas partes del mundo a precios muy accesibles. Estos elementos hicieron que Cozumel fuera el primer polo turístico de la Entidad, con lo que se alcanzó un gran reconocimiento dentro y fuera del país, de ahí que la industria hotelera fuera el detonante de la actividad económica en los años 1970's a 80's, convirtiéndose así, en la mayor y principal fuente de empleos y de afluencia de visitantes.

Hoy en día, Cozumel cuenta con una moderna infraestructura portuaria conformada principalmente por 3 Terminales Internacionales de Cruceros, así como la Terminal de Transbordadores y la Terminal Marítima de San Miguel que brinda servicio a embarcaciones de conexión, turísticas y de pasajeros. El Muelle Fiscal fue el primer embarcadero de la isla y a través de los años ha sufrido transformaciones debido al gran número de operaciones marítimas que se realizan. Actualmente, existen dos empresas transportistas operando la ruta Playa de Carmen-Cozumel.

Ante estas perspectivas, la evolución de las actividades han dado un giro de grandes proporciones ya que para el 2000 la Isla recibió más de 1.5 millones de turistas vía cruceros en contraposición de los 380 mil que llegaron vía aérea para hospedarse en alguno de los 4,125 cuartos de hoteleros que se encuentran en operación, es decir, mientras el inventario de cuartos hoteleros disponibles creció un 56% en 10 años, el número de turistas que llegaron vía crucero se incrementó en 500 mil, aumentando de 1 a 1.5 millones de turistas anuales en tan solo cinco años, beneficiando además de Cozumel, a otras zonas de atractivo turístico como Tulum, Xcaret, Xel-Ha, Chichén Itza, Playa del Carmen, etc.

Además, se espera que el crecimiento poblacional y económico que se viene manifestando en Cozumel no se detenga, por lo que en la misma medida se debe dar la apertura de nuevos espacios para el desarrollo de las actividades turísticas, servicios, de infraestructura y habitacional. Por ello, al hacer una revisión de los escenarios potenciales de crecimiento, se requiere desarrollar alternativas que garanticen un crecimiento ordenado, para evitar la problemática que se ha manifestado en ciudades como Playa del Carmen o Cancún y que refiere una complejidad para poder solventar las necesidades básicas de su creciente población.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

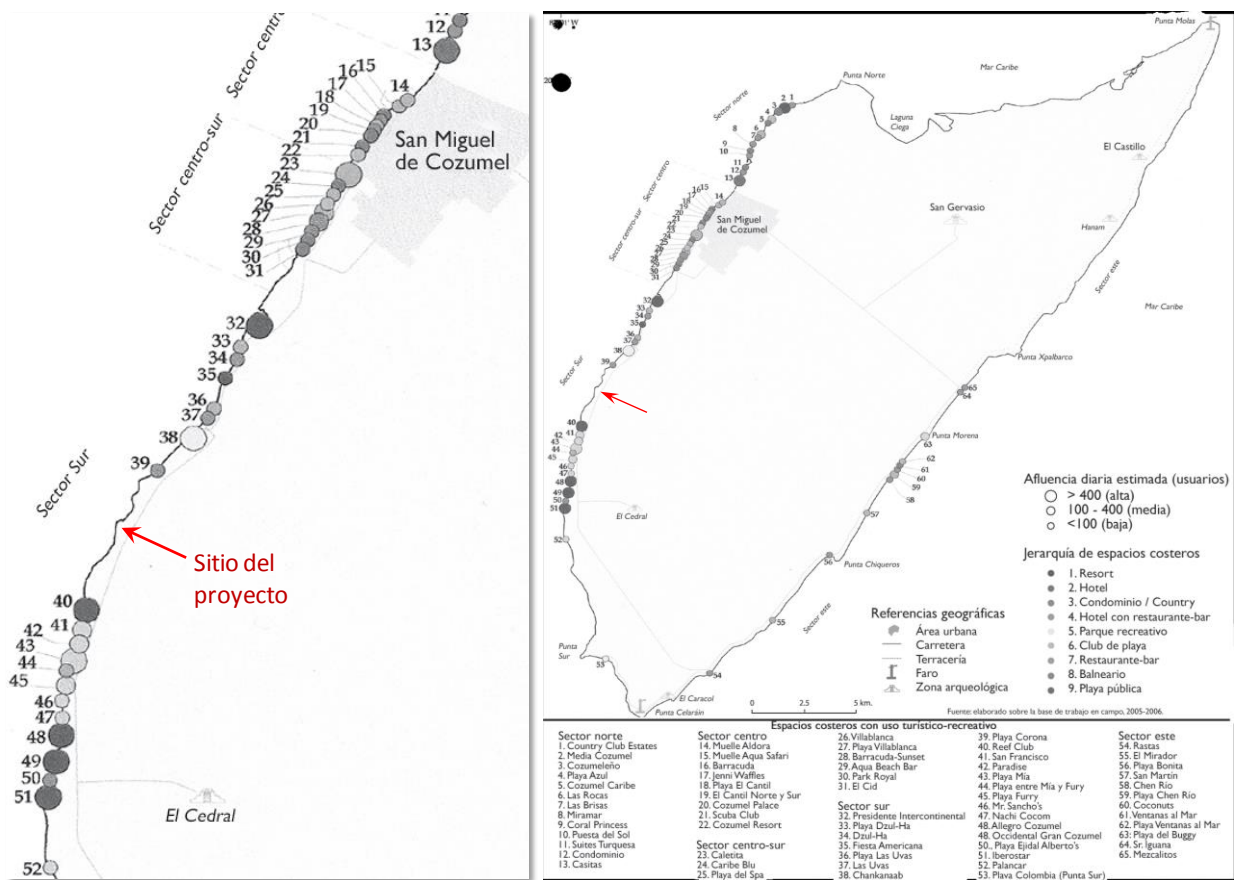


Figura 3.1 Distribución de los servicios de hotelería en la Isla de Cozumel.

La necesidad de mejorar los servicios en la ciudad se refleja en un hecho por demás relevante y es que por su condición isleña, todos los productos de consumo cotidiano deben ser transportados vía marítima desde la zona continental, en la ruta de carga entre Calica – Cozumel y de las embarcaciones de pasajeros en la ruta proveniente desde Playa del Carmen. Es por ello que de manera reciente se llevó a cabo la edificación y ampliación del Muelle de Transbordadores en la zona denominada Caletita.

De manera paralela, el turismo ha generado una fuerte dinámica de crecimiento poblacional y demanda de suelo para uso urbano. En los últimos años, la demanda de suelo y de servicios no ha sido satisfecha en su totalidad. Como consecuencia de la migración hacia Cozumel se genera la mayor problemática que es la de proporcionar servicios urbanos en el plazo que el crecimiento poblacional lo requiere. La mayoría de las veces se entregan lotes en fraccionamientos que cuentan con todos servicios, aunque aún es frecuente observar franjas donde se carece de los mismos y es hasta después de estar parcialmente habitados que se les va dotando de ellos, lo que aumenta los costos de implementación.

Los usos de suelo aptos para el turismo se encuentran en la zona norte y en la zona sur de la costa occidental de Cozumel, así como en la parte costera de la zona urbana. En las zonas turísticas aún existen terrenos con potencialidad de desarrollo, éstos principalmente son de propiedad privada. En la zona turística norte existe un lugar conocido como el recoveco apto para la construcción de otro muelle para cruceros.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Al interior de la isla existen lotes de gran extensión con uso predominante de Flora y Fauna, en los que se permite de manera condicionada el uso del turismo, ahí se pueden realizar actividades de ecoturismo en la modalidad de senderismo y contemplación. La zona turística sur no cuenta con red de drenaje sanitario, aunque los desarrollos establecidos en ella tienen plantas de tratamiento de aguas negras. En las zonas aptas para el ecoturismo no se cuenta con servicios de infraestructura.

Por lo antes considerado, se requiere de efectuar la modernización de los servicios que se ofrecen a la turismo en la zona sur de la ciudad de Cozumel y este es uno de los objetivos a cumplir mediante el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, por lo que su ejecución proporcionará amplios beneficios a la comunidad y al turismo que visita la Isla. No obstante, debe realizarse en apego estricto a los instrumentos reguladores del crecimiento urbano y de la protección de los recursos naturales como son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento.
- Programa de Manejo del Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el publicado el 7 de junio de 2000.
- Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

Acorde a lo anterior, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, el cual incluye 3 conceptos básicos; Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo, habrá de consistir en el desplante de obra civil que requiere cambio de uso del suelo en un ecosistema costero y cerca de un relicto de humedal cubierto de manglar, así como instalaciones rústicas y actividades dentro de un área natural protegida, lo que corresponde a obras y actividades que, conforme a lo previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente y su reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, requieren de autorización previa de la SEMARNAT para llevarse a cabo.

A su vez, el desarrollo del proyecto habrá de implicar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, cuya autorización y procedimiento para obtenerla están previstos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Así, en términos de lo previsto por los artículos 28, fracciones VII, IX, X y XI, 30 y 35 BIS 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente; de lo establecido en los artículos 5º, incisos O), fracción I; Q), R), fracción I, y S); 9º, 11 último párrafo, 12, 14, 17 y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental; del contenido del Artículo 117 la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 120 a 127 de su Reglamento, así como el Acuerdo citado, se presenta este DTU modalidad B, para evaluación del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios Club de Playa y Centro de Buceo*, documento que integra la MIA modalidad Particular y el Estudio Técnico Justificativo respectivo.

Es por ello que para la integración del presente documentos previsto por la normatividad ambiental vigente, se utilizó, a manera de guía, el Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal modalidad B-Particular, editado por la SEMARNAT.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Por su ubicación, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios Club de Playa y Centro de Buceo*, se localizará dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el *Programa de Ordenamiento Ecológico Local de la Isla de Cozumel* (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo, del 21 de octubre del 2008). Por lo que de manera precisa, el sitio es correspondiente con la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) A4, misma que corresponde con la zona ubicada entre Playa Corona, Punta Tormentos y Punta Tunich. En lo que se refiere a la política ambiental y uso del suelo es propio para el desarrollo de actividades Turístico hoteleras y Turístico residenciales (**Figura 3.2**). Por ello, en la **Tabla 3.1** se señalan las actividades que están permitidas, además de aquellas que son incompatibles y que en ningún caso es recomendable llevar a cabo.

Tabla 3.1 Características de la Unidad de Gestión Ambiental A4, en la que se localiza el predio de interés.

POLÍTICA AMBIENTAL:	DEFINICIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Aprovechamiento	Es una política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite cambios mayores del paisaje. Promueve la continuación del uso actual y/o induce la ocupación del mismo de manera sustentable, según su aptitud natural, social y económica.	El proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> se apega a esta política, toda vez que pretende un cambio mínimo del paisaje, consistente en la ocupación de 1.01 Ha del conjunto de predios con obras permanentes. Las cuales se suman a las 2.58 Ha que han sido autorizadas previamente. De esta forma se habrán de destinar como zona de conservación en el resto los inmuebles con una superficie de 6.77 Ha y que corresponde con un 65.4% del total del predio. Además esta superficie será acorde con la aptitud natural, social y económica reconocida por el POEL para esta unidad.

De manera adicional, el POEL de municipio de Cozumel refiere la aptitud del territorio ubicado dentro de la UGA A4 para llevar a cabo el aprovechamiento con fines turísticos tal y como los refiere el lineamientos (**Tabla 3.2**).

Tabla 3.2 Lineamiento aplicable a la Unidad de Gestión Ambiental A4, en la que se localiza el predio de interés.

Lineamiento:	Definición	Vinculación con el proyecto
Desarrollar de manera sustentable las actividades turísticas relacionadas con hotelería e inmobiliario residencial.	Se considera a dicho lineamiento como el estado deseado para el desarrollo del territorio, atendiendo con ello las necesidades del crecimiento económico y social.	Las actividades para las cuales se pretende desarrollar el proyecto son precisamente con fines turísticos hoteleros y residenciales, toda vez que se trata de un Condominio, Club de Playa y Centro de Buceo que habrá de dar servicio a huéspedes de los desarrollos hoteleros establecidos en la zona.

Además, el proyecto será del todo concordante con el Uso Predominante que se ha decretado para la UGA (**Tabla 3.3**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 3.2 POEL Cozumel

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.3 Uso del suelo aplicable a la Unidad de Gestión Ambiental A4.

Uso predominante	Definición	Vinculación con el proyecto
Turístico Hotelero / Residencial turístico	El Uso del suelo es congruente con la aptitud territorial y acorde con la estrategia del ordenamiento ecológico que históricamente se ha desarrollado en la región.	Las actividades para las cuales se pretende desarrollar el proyecto son precisamente turísticas relacionadas con hotelería y el desarrollo inmobiliario, toda vez que se trata de un condominio Club de Playa y Centro de Buceo para dar servicio a huéspedes de los desarrollos hoteleros aledaños.

Los usos adicionales que se pueden llevar a cabo dentro de la UGA A4 se refieren la **Tabla 3.4**, Aunque, de acuerdo con la visión de la promovente se pretende llevar a cabo el uso predominante del terreno.

Tabla 3.4 Otros usos para la Unidad de Gestión Ambiental A4.

Usos compatibles:	Ecoturismo
Usos condicionados:	UMAs
Usos incompatibles	Agropecuario; Minería; Urbano; Acuícola.

Por otra parte, el POEL del municipio de Cozumel identifica la problemática propia de la UGA A4 de la siguiente manera:

“El crecimiento de la actividad hotelera y de los desarrollos inmobiliarios de tipo residencial implica un incremento proporcional de los volúmenes de aguas residuales. En zonas carentes de un sistema de drenaje, las aguas residuales son tratadas y dirigidas a pozos de absorción, no obstante, éstas eventualmente se infiltran al mar. Esta situación pone en riesgo la calidad del agua de las playas de Cozumel. Por otro lado, la preferencia de estos sectores por la cercanía a las playas ha limitado el acceso público a las mismas impidiendo que la gente local las disfrute y aproveche del paisaje”.

Al respecto, es de mencionar que el proyecto tiene especial cuidado en el manejo y tratamiento de las aguas residuales, las cuales serán canalizadas a la planta de tratamiento del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, el cual ya ha sido evaluado y aprobado de acuerdo con los oficios resolutivos 04/SGA/1657/12- 5071 con fecha 23 de octubre de 2012 y 04/SGA/0055/15-00108, de fecha 13 de enero del 2015 ambos expedidos por la SEMARNAT.

Asimismo, el proyecto no afectara el acceso a las playas. Además de que el área que se utilizará para el embarcadero es una zona de características rocosas, sin playas arenosas. A la vez que el sitio se encuentra relativamente lejos de la zona urbana y no se cuenta entre los sitios de mayor interés para actividades recreativas de la población en lo general.

De manera adicional, el mismo POEL del municipio de Cozumel determina 5 objetivos específicos en el uso del territorio dentro de la UGA A4, mismos que se describen en la **Tabla 3.5**.

Tabla 3.5 Objetivos para el aprovechamiento dentro de la Unidad de Gestión Ambiental A4.

OBJETIVO	VINCULACIÓN
1. Promover la construcción de infraestructura hotelera e inmobiliaria sostenible.	El proyecto está destinado a complementar la infraestructura hotelera de la zona, por lo que se aplicaran todos los criterios y medidas necesarias para que sea compatible con el desarrollo sustentable.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.5 Objetivos para el aprovechamiento dentro de la Unidad de Gestión Ambiental A4.	
OBJETIVO	VINCULACIÓN
2. Minimizar los impactos negativos de la infraestructura hotelera e inmobiliaria residencial sobre la calidad escénica.	Debería resultar obvio que el impacto sobre la calidad escénica del área será prácticamente nulo. Lo anterior, refiere que precisamente se ha seleccionado el sitio para el desarrollo del proyecto por su atractivo escénico y que se pretende mostrar a los usuarios y visitantes. Por lo que en este caso, la combinación mar, selva y desarrollo inmobiliario habrán de ir de la mano en la búsqueda de la sustentabilidad.
3. Minimizar los impactos de contaminación de agua y por desechos sólidos generados por la operación de hoteles y desarrollos inmobiliarios residenciales.	Como se ha referido, el desarrollo cuenta con la autorización para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Además de que habrá de llevar a cabo un manejo adecuado de desechos sólidos que se generen en el sitio.
4. Minimizar los impactos negativos sobre la flora y fauna original y sobre los procesos ecológicos de la zona que están siendo perturbados por las principales vialidades.	El proyecto incluye la conservación de una superficie de 6.77 Ha (65.4% del total del conjunto de predio) como área verde natural, donde se habrá de garantizar la permanencia del ecosistema predominante que es la selva baja subcaducifolia. Además de que en las áreas cubiertas por humedales con manglar no se llevará a cabo ninguna actividad constructiva y están destinadas a la conservación irrestricta. Por otra parte, se habrá de llevar a cabo la implementación de los programas de rescate de flora y fauna silvestre antes de que inicie el proceso constructivo. Asimismo, las vialidades de acceso serán de 3 m de ancho y serán de terracería, lo que incide directamente en baja velocidad y protección para la fauna silvestre.
5. Garantizar el acceso público a todas las playas de la isla.	El proyecto, por sus características, no se contrapone con este objetivo, ya que toda la franja costera porción del inmueble se habrá de mantener en sus condiciones naturales. La franja costera del inmueble corresponde con la costa rocosa y fuerte energía del oleaje por lo que no existe seguridad para los posibles usuarios.

III.2.1. Criterios ecológicos asociados al POEL del municipio de Cozumel.

A fin de dar cumplimiento con los objetivos planteados por el POEL del municipio de Cozumel, se ha condicionado el uso del territorio al cumplimiento de las Estrategias generales que se han asignado a la UGA A4, mismas que se relacionan en la **Tabla 3.6**.

Tabla 3.6 Estrategias generales referidas en el POEL del municipio de Cozumel.	
ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
1. Se deberá desarrollar un programa de monitoreo poblacional de especies endémicas al municipio o que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Se considera que estas actividades les corresponden a las autoridades municipales en coordinación con las autoridades estatales y/o federales. Por lo que la promotora habrá de coadyuvar de manera directa en su desarrollo.
2. Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna.	De acuerdo con el diseño del proyecto, no incluye la introducción de especies de flora y fauna exóticas. En todos los casos se emplearán en labores de jardinería plantas nativas o aquellas cultivadas de amplio uso en la región.
3. La cobertura vegetal de las áreas no sujetas a aprovechamiento, se deberá conservar en las condiciones naturales de flora y fauna nativa silvestre.	Como se ha referido, el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> incluye la conservación de una superficie de 6.77 Ha (65.4% del total del conjunto de predio) como área verde natural, donde se habrá de garantizar la permanencia del ecosistema predominante que es la selva baja subcaducifolia. Además de que en las áreas cubiertas por humedales con manglar no se llevará a cabo ninguna actividad constructiva y están destinadas a la conservación.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.6 Estrategias generales referidas en el POEL del municipio de Cozumel.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN
4. Se debe promover un programa de erradicación de perros, gatos y ganado ferales, boas (<i>Boa constrictor</i>), ratas de ciudad (<i>Rattus rattus</i> , <i>Rattus norvegicus</i>) y ratones de casa (<i>Mus musculus</i>).	Se considera que este tipo de programas de erradicación deberá de corresponder en su aplicación a las autoridades estatales y federales. No obstante, la empresa habrá de coadyuvar en todas las acciones que sean propuestas, Además de que al interior de las instalaciones, se llevará el control y gestión para el adecuado manejo de desechos y evitar con ello la proliferación de fauna nociva o feral y se prohibirá la presencia de mascotas sueltas en el sitio.
5. Queda prohibido el uso de venenos en los programas de erradicación de especies introducidas.	Al interior de las instalaciones, se llevará a cabo el control y gestión para el adecuado manejo de desechos y evitar con ello la proliferación de fauna nociva o feral y se prohibirá la presencia de mascotas sueltas en el sitio. Por otra parte, se garantiza que no se habrá de aplicar o usar ningún tipo de veneno para combatir su presencia.
6. Se prohíbe la fumigación de áreas con vegetación natural con excepción de las campañas nacionales de control de vectores de enfermedades y plagas.	El proyecto no contemplar acciones de fumigación en las áreas de vegetación natural. Por lo que en todo caso, se coordinará con la Secretaria de Salud para que se determine la necesidad de la aplicación de este tipo de programas.
7. Se prohíbe el aprovechamiento de leña para fabricación de carbón.	De acuerdo con el diseño arquitectónico, se propone un desarrollo turístico hotelero y residencial turístico, por lo que en ninguna fase se requiere del uso de leña o carbón.
8. La Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio deberá realizar un monitoreo sobre el aprovechamiento de leña para uso doméstico conforme a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.	No es aplicable al proyecto. Esta estrategia debe ser implementada y coordinada por las autoridades locales.
9. El Ayuntamiento, grupos conservacionistas y operadores turísticos deberán iniciar, en coordinación, un programa de educación ambiental en un lapso menor a 2 años.	De ser necesario el proyecto habrá de coadyuvar en la aplicación de las medidas que determine la autoridad municipal competente para dar cumplimiento con esta estrategia.
10. Es obligatorio el confinamiento de los residuos sólidos en los sitios de disposición final que determine la autoridad municipal competente.	Todos los residuos sólidos habrán de permanecer confinados en depósitos con tapa. Aquellos que sean reciclables se enviarán a alguno de los centros establecidos en la Isla para su manejo adecuado. La basura será dispuesta en el sitio que la autoridad competente determine para ello, o bien, serán enviados al relleno sanitario de la isla.
11. La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel o equivalente queda condicionada a que el H. Ayuntamiento implemente un programa que incremente en un 20% con respecto al momento de hacer la solicitud, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.	El proyecto ha realizado el trámite correspondiente ante las autoridades municipales y se cuenta con la Factibilidad de uso y destino del suelo. Aunque se debe referir que se llevará a cabo el reciclamiento de los residuos sólidos para minimizar los volumen de desecho. El desarrollo habrá de construir su propia planta de tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente se cuenta con la factibilidad en el suministro de agua potable expedida por la CAPA y energía eléctrica expedida por la CFE (Anexo XI).

De manera adicional, se deberá dar cumplimiento a los criterios particulares aplicables a cada UGA, los cuales se relacionan en la **Tabla 3.7**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4.

ASENTAMIENTOS HUMANOS

1) Se prohíben los centros de población.

Vinculación: No se pretende establecer ningún centro de población, el proyecto corresponde con un desarrollo turístico hotelero y residencial, en concordancia con la normatividad en materia ambiental vigente.

2) Se permite la construcción de vivienda no urbana en aquellas regiones localizadas fuera de los centros de población, cuya dotación de servicios, tales como agua potable, tratamiento de aguas residuales, energía eléctrica y recolección de desechos está cubierto por sus propios habitantes, con el fin de evitar desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

Vinculación: El proyecto corresponde con un desarrollo turístico hotelero y residencial de tipo condominal, acorde a la normatividad ambiental vigente, En el cual todos los servicios estarán a cargo de los organismos operadores y de los propios usuarios y residentes. Además en este caso, se cuenta con factibilidad de suministro de agua potable emitida por la CAPA, se construirá una planta de tratamiento de aguas residuales, se cuenta con el suministro de energía eléctrica emitida por la CFE y la recolección de desechos estará cubierta por lo que bajo ninguna circunstancia se habrán de generar desequilibrios ecológicos ni conflictos ambientales.

3) El número total de viviendas se establecerá a partir de su equivalencia con el número de cuartos de hotel autorizados para la UGA.

Vinculación: De acuerdo con el POEL del municipio de Cozumel, para la UGA A4 se ha asignado una densidad de 40 cuartos/Ha. Por lo que el proyecto cumple el criterio, ya que se pretende la construcción de:

Proyecto 60 departamentos residenciales turísticos	150 cuartos
Autorizados previamente	145 cuartos
Densidad total	295 cuartos
Densidad permitida	414.8 cuartos

4) La densidad de viviendas, así como el COS y el CUS y el número de niveles estará determinada por su equivalente aplica a cuartos de hotel.

Vinculación: De acuerdo con el POEL del municipio de Cozumel, para la UGA A4 se ha asignado COS es de 35% y el CUS de 0.9. Por lo que el proyecto cumple el criterio, ya que se alcanza una superficie conjunta de aprovechamiento para todas las etapas del proyecto de 35,934.03 m², lo que equivale a un C.O.S. de 34.6%.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

1) Las construcciones deberán tener sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia.

Vinculación: El proyecto prevé un sistema de captación de agua de lluvia para uso en los servicios, por lo que se contará con un aljibe debajo de cada edificio.

2) La autorización de plantas desalinizadoras queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la disposición de salmueras no modifica las características fisicoquímicas del agua de mar ni impacta hábitat terrestres, costeros y ni al acuífero con lo que se evitarían desequilibrio ecológicos y conflictos ambientales.

Vinculación: El proyecto no requiere de la construcción de plantas desalinizadoras, ya que se cuenta con la factibilidad para el suministro de agua potable en el área emitida por la CAPA, el cual será complementado con el sistema de captación pluvial.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4.

TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES

1) Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos que no estén habilitados para dicho fin.

Vinculación: No se hará disposición de aguas residuales a cuerpos de agua o terrenos aledaños, ya que el propio desarrollo habrá de construir su planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que el agua tratada podrá ser utilizada como riegos en áreas verdes y, en caso, de excesos se enviará a un pozo de absorción hasta alcanzar el estrato salino.

2) Es obligatoria la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento. Las Manifestaciones de Impacto Ambiental presentadas de obras e infraestructura para viviendas, hoteles y proyectos en general deberán ser diseñadas con un programa de manejo, disposición, tratamiento y rehusó de aguas residuales y lodos, así como de zonas y sistemas de captación y flujo de aguas pluviales, el cual deberá ser revisado por la autoridad competente.

Vinculación: Todas las aguas residuales serán objeto de tratamiento por la planta a construir por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*. Además este criterio se puede dividir en dos rubros: a) Para las etapas de preparación y construcción se contratarán letrinas móviles, a razón de 1 por cada 25 trabajadores. B) En la operación, las aguas residuales generadas serán canalizadas a la planta de tratamiento del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* cuya construcción ya ha sido autorizada por la SEMARNAT de acuerdo a la resolución 04/SGA/1657/12-5071.

3) En caso de no contar con planta de tratamiento, es obligatorio que las aguas residuales sean confinadas en depósitos que impidan la infiltración de las mismas y que sean posteriormente transportadas por operadores autorizados por CONAGUA y SEMARNAT a la planta de tratamiento municipal.

Vinculación: Se cuenta con la autorización para la construcción de una planta de tratamiento para el desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* y de acuerdo a la resolución 04/SGA/1657/12-5071 emitida por la SEMARNAT.

4) Es obligatorio el tratamiento de aguas residuales a nivel terciario. Se prohíbe la disposición de aguas residuales con más de 1 µM/L de nitrato o amonio y más de 0.3µM/L de ortofosfato y organofosfato.

Vinculación: La planta de tratamiento a utilizar incluye el tratamiento a nivel terciario. Además y de acuerdo a la resolución 04/SGA/1657/12-5071 emitida por la SEMARNAT. La PTAR generará aguas con valores por debajo de los indicados y cumplirá con la calidad NON-003-SEMARNAT-1997 para riego de áreas verdes.

5) Se prohíbe la disposición de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua y zonas inundables.

Vinculación: No se harán vertidos de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua o zonas inundables. Las aguas tratadas serán usadas para riego de áreas verdes y en caso de contar con excesos, serán inyectados a través de un pozo de absorción por debajo del estrato salino para su total confinamiento.

6) La disposición de lodos se realizará conforme a las disposiciones de la NOM-004- SEMARNAT-2002

Vinculación: Los lodos serán tratados conforme a la norma y a lo autorizado en la resolución 04/SGA/1657/12-5071 emitida por la SEMARNAT para el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*.

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1) Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos.

Vinculación: Se promueve un desarrollo acorde a los lineamientos establecidos en la normatividad ambiental vigente, por lo que los desechos serán entregados al servicio de limpia para su disposición en el relleno sanitario, salvo aquellos que sean susceptibles de ser reciclados y aquellos destinados a la formación de composta, particularmente desechos vegetales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4.

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1) Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos en los desarrollos.

Vinculación: Los residuos sólidos serán clasificados para ser reciclados y separados en orgánicos e inorgánicos y acopiados por separado en contenedores metálicos que cuenten con tapa. Además en la operación se contará con un centro de almacenamiento temporal ubicado al costado suroeste y en la colindancia con la Carretera Costera Sur.

2) Es obligatoria la operación de un sistema de composta en los desarrollos.

Vinculación: La empresa asume el compromiso de que todos los desechos apropiados para la fabricación de composta sean sumados y manejados con ese fin.

3) Es obligatorio el confinamiento de los residuos en los sitios.

Vinculación: Desde el inicio de la etapa de construcción se contará con un espacio específico para el almacenamiento temporal de desechos, donde podrán llevarse a cabo su separación y reciclamiento. Además de manera estratégica se colocarán depósitos metálicos para recolección los cuales deberán contar con tapa para evitar su rebosamiento y dispersión. Además en la operación se contará con un centro de almacenamiento temporal ubicado al costado suroeste y en la colindancia con la Carretera Costera Sur.

4) Se prohíbe el confinamiento temporal de residuos fuera de los centros de acopio autorizados.

Vinculación: Como se ha referido desde el inicio de la etapa de construcción se contará con un espacio específico para el almacenamiento temporal de desechos, donde podrán llevarse a cabo su separación y reciclamiento. Además de manera estratégica se colocarán depósitos metálicos para recolección los cuales deberán contar con tapa para evitar su rebosamiento y dispersión.

VÍAS DE COMUNICACIÓN

1) Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre.

Vinculación: El proyecto no incluye cercas o bardas, los linderos serán delimitados con cercas vivas o cerramientos de cuerdas que no limiten el paso de la fauna silvestre.

2) La autorización de nuevas vialidades queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que éstas no tienen impactos negativos irreversibles sobre el flujo natural del agua dulce y marina, así como de la fauna que conllevarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

Vinculación: El proyecto no incluye la apertura de nuevas vialidades. Las mismas ya han sido autorizadas de acuerdo a la resolución 04/SGA/1657/12-5071 emitida por la SEMARNAT.

3) Los caminos permeables no podrán tener un ancho mayor de 3 metros.

Vinculación: El proyecto que se propone no incluye nuevas vialidades, salvo las autorizadas previamente de acuerdo con la resolución 04/SGA/1657/12-5071 emitida por la SEMARNAT.

EXTRACCIÓN DE MATERIALES

1) Quedan prohibidas las actividades relacionadas con la extracción de material pétreo.

Vinculación: El proyecto no pretende llevar a cabo la extracción de materiales pétreos en el sitio.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

1) Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de áreas de desplante de obra.

Vinculación: No se requiere la construcción de campamentos para trabajadores. El personal permanecerá en el predio sólo en las jornadas de trabajo y se desplazará diariamente desde la ciudad de San Miguel de Cozumel ubicada a 11 km al norte.

2) La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Vinculación: Como se ha citado, no se requiere campamento de construcción y el personal se trasladará diariamente desde el centro de población más cercano (San Miguel de Cozumel).

3) La construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán sujetas a los establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003

Vinculación: El proyecto no incluye ninguna edificación dentro de zonas cubiertas con humedales con manglar y sistemas lagunares. Estos han sido delimitados de acuerdo con los planos presentados y autorizados para la construcción del *Plan Maestro Bahía Turquesa*

4) Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación, así como la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía.

Vinculación: En ninguna circunstancia se llevará a cabo a quema de desechos sólidos y vegetación. De igual manera, no se requiere del uso de herbicidas o defoliantes para el mantenimiento de derechos de vía.

5) Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa y áreas marinas.

Vinculación: Todos los materiales de obra serán concentrados en un lugar específico y serán retirados regularmente luego de su separación al relleno sanitario de la isla o a donde indique la autoridad municipal.

6) Se prohíbe la extracción de arena de las playas.

Vinculación: El proyecto no contempla extracción de arena. De hecho a lo largo de la franja costera predomina la costa rocosa, por lo que este tipo de material es realmente limitado.

MATERIALES Y TIPO DE CONSTRUCCIÓN

1) La construcción de infraestructura en zonas bajas inundables deberá desarrollarse sobre palafitos.

Vinculación: El proyecto no incluye obras de infraestructura en zonas bajas sujetas a inundación temporal e intermitente.

2) Se prohíbe el aprovechamiento de palmas de las especies *Thrinax radiata*, *Pseudophoenix sargentii*, y *Coccothrinax readii* (chit, cuca y nakás) con excepción de aquéllas que provienen de UMAS.

Vinculación: El proyecto no incluye aprovechamiento de especies silvestres como materiales de construcción. Además de que no se ha registrado la presencia de *Pseudophoenix sargentii* ni de *Coccothrinax readii*.

MANEJO DE COMBUSTIBLES

1) Se prohíben gasolineras.

Vinculación: El proyecto no incluye la construcción de gasolineras ni depósitos de este tipo de combustible.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4
MANEJO DE COMBUSTIBLES
2) Queda prohibida la instalación depósitos de combustible líquido a menos de 1 kilómetro de distancia de los humedales y cuerpos de agua.
Vinculación: El proyecto no contempla la construcción de gasolineras ni depósitos de combustible en el proyecto.
3) La autorización de depósitos de combustibles queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la MIA y en el Estudio de Riesgo Ambiental que demuestren que tales obras no generen impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.
Vinculación: No se habrá de construir gasolineras ni depósitos de combustible en relación al proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .
EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO
1) El costo para poder proveer los servicios municipales necesarios para nuevos cuartos de hotel o residencias deberá ser cubierto por el promovente o desarrollador y quedando bajo la responsabilidad del municipio la implementación de un programa que incremente proporcionalmente, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la red y planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.
Vinculación: En el sitio del proyecto ya se cuenta con infraestructura para proporcionar el servicio de agua potable, electricidad. Además de que se realiza la recolecta de basura. Por lo que para tener acceso a los mismos se cubrirán a la autoridad competente los montos de derechos o impuestos respectivos. Se cuenta además con vías de comunicación. Por otra parte, el desarrollo habrá de contar con el servicio de drenaje e instalación de una planta de tratamiento a cargo del propio proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .
2) La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel y residencias queda condicionada a la implementación de un programa que incremente, en un 20% con respecto al momento de hacer la solicitud, la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.
Vinculación: El proyecto cuenta con la factibilidad para su construcción del desarrollo <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> de acuerdo con el Expediente 2013. Oficio 13/073. El cual fue expedido por la Dirección de Desarrollo Urbano del H Ayuntamiento de Cozumel, con fecha 01 de abril de 2013. Además de que contará con su propia planta de tratamiento de aguas residuales.
3) La autorización de proyectos queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales proyectos no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar señalados en el mapa como A4a, que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.
Vinculación: No se espera ninguna afectación a la UGA A4a, ya que el sitio donde se llevarán a cabo las edificaciones que propone el proyecto se ubican a una distancia de más de 200 m al sur del límite de la UGA citada. Además, se ha establecido desde el año 2012 una carretera asfaltada que se ubica a unos 130 m al norte del sitio del proyecto y a unos 70 al sur de lindero de la UGA, sin que a la fecha se indique alguna afectación en relación fundamentalmente a la modificación de los flujos hidrológicos que en la zona son de tipo laminar ya que es esta zona persiste una topografía sensiblemente plana.
4) Cualquier Manifestación de Impacto Ambiental de proyectos que se pretendan realizar en ecosistemas frágiles, especialmente de manglar, deberá partir de una base cartográfica a escala 1:100 o más fina. Ésta base deberá servir como información a ingresarse en la Bitácora Ambiental.
Vinculación: El proyecto no se establecerá dentro de un ecosistema frágil, se desplantará en un área cubierta por selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4

EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO

5) Se permite la construcción de cuartos de hotel o su equivalencia (ver glosario) con una densidad máxima de 40 cuartos por hectárea, con un COS de 35%, y un CUS y altura máxima que varía de acuerdo a la ubicación del predio con respecto a la carretera perimetral y de la costa.

Vinculación: El proyecto no rebasa el COS de 35%, ya que ocupará un área de 1.01 Ha. Además y considerando que se tiene autorizado usar 2.58 Ha. Lo que ahora corresponde a 3.59 Ha equivalentes a un C.O.S. de 34.6%, con lo que no se contraviene el criterio, Tal como se muestra en la tabla.

	Ha	%
C.O.S. permitido	3.62	35
Autorizado MIA	2.58	24.9
Nueva solicitud	1.01	9.7
Autorizado + Nueva solicitud	3.59	34.6

El CUS permitido en el área es de 0.90, y no se habrá de rebasar, ya que solamente los 5 edificios residencial turísticos condominales a construir serán de 3 niveles.

6) De la carretera perimetral hacia el litoral, se permite un CUS de 0.9, una altura máxima de 3 pisos o 11 m y una distancia mínima de 20 m a partir del límite del derecho de vía de la carretera perimetral.

Vinculación: El proyecto se apega a este criterio, ya que se ubica entre la carretera perimetral y la zona litoral, por lo que los edificios propuestos pueden alcanzar los 3 niveles que propone el POEL del municipio de Cozumel.

7) Queda prohibida la construcción de cuartos de hotel o su equivalencia e infraestructura asociada a menos de 40 m de distancia de la línea de costa.

Vinculación: Específicamente para la construcción del Club de Buceo se fijó una línea de restricción de 40.22 m de la línea de costa, por lo que existirá ninguna cuarto hotelero dentro del rango referido, por lo que se cumple con el criterio propuesto.

8) Se permite la construcción de edificaciones de dos pisos a una distancia mayor a los 40 metros de la línea de costa.

Vinculación: Las obras que contempla el Club de Buceo que es la edificación que se ubicará a los 40.22 m de la línea litoral serán de 1 solo nivel.

9) Se permite la construcción de edificaciones de tres pisos a una distancia mayor a los 70 metros de la línea de costa.

Vinculación: La serie de edificios que integran los condóminos que propone el proyecto se ubican a más de 70 m de la línea de costa y por tanto pueden alcanzar los de 3 niveles.

10) De la carretera perimetral hacia el interior de la isla, se permite un CUS de 1.5 y una altura máxima de 5 pisos o 18 metros.

Vinculación: No aplica. El proyecto no se ubica entre la carretera perimetral y el interior de la isla.

11) De la carretera perimetral hacia el interior de la isla, se autorizará la construcción de infraestructura a una distancia de 30 metros a partir del límite del derecho de vía de la carretera perimetral, respetando una altura máxima de 2 niveles u 7 metros, incrementándose estos en un nivel cada 20 metros (como se muestra en la siguiente figura).

Vinculación: No aplica. El proyecto no se ubica entre la carretera perimetral y el interior de la isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4
EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO
12) Las palapas tendrán una altura máxima de un nivel o 3 metros arriba de la altura máxima designada para las construcciones, en la misma zona.
Vinculación: El proyecto no contempla la construcción de palapas.
CAMPOS DE GOLF
1) Se prohíbe la construcción de campos de golf.
Vinculación: El proyecto no incluye la construcción de campos de golf.
EQUIPAMIENTO PORTUARIO
1) Se prohíben las obras de dragado, apertura o ampliación de canales y cualquier obra que modifique el contorno del litoral o los flujos marino-terrestres en zonas cercanas a formaciones arrecifales, lechos de pastos marinos o sistemas lagunares.
Vinculación: El proyecto no prevé obras de dragado, apertura o ampliación de canales ni otras que modifiquen el contorno del litoral o los flujos marino-terrestres.
2) Sólo se permitirá la construcción de embarcaderos rústicos de madera para brindar servicio a embarcaciones con calado máximo de 1 metro y eslora máxima de 10 metros.
Vinculación: Em la operación del embarcadero se habrá de considerar esta estrategia, aunque el Programa de Manejo del Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel indica que en la zona de uso intensivo se pueden tener calados de hasta 2 m. De ser necesario será la autoridad competente la que deba indicar estos valores.
3) Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcción de canales.
Vinculación: El proyecto no prevé acciones que contravengan esta estrategia, por lo que en ninguna etapa se requiere del uso de explosivos.
4) Se prohíbe la ampliación de los embarcaderos y marinas. .
Vinculación: El proyecto no propone la ampliación de embarcaderos o marinas.
TURISMO ALTERNATIVO
1) Las actividades relacionadas al turismo alternativo, deben contar con autorización en Materia de Impacto Ambiental, en los cuales demuestren que no se generan impactos negativos irreversibles que pudieran crear desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.
Vinculación: El proyecto no incluye actividades de turismo alternativo, aunque las instalaciones servirán de base para pequeñas expediciones de buceo, las cuales están a cargo de prestadores de servicios turísticos que a su vez deberán tener sus propios permisos en orden, hecho que se verificará para autorizarlos a atracar.
2) Queda prohibido el aprovechamiento extractivo turístico de la vegetación natural y fauna silvestre nativa.
Vinculación: No se prevé ningún tipo de aprovechamiento extractivo de la vegetación y fauna silvestre.
ACTIVIDADES AGROPECUARIAS
1) Quedan prohibidas las actividades agropecuarias.
Vinculación: El proyecto no incluye actividades agrícolas o pecuarias.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4	
UMAS	
1)	Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso educativo, científico, recreación, y conservación.
Vinculación: No aplica al proyecto, que no prevé el establecimiento de UMAs. En caso de requerirse el manejo temporal para el rescate de flora, se utilizará el vivero autorizado para el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> .	
2)	Se prohíbe la extracción o utilización de una especie cuando ésta afecte directamente la permanencia de especies endémicas al municipio o las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Vinculación: No se prevé llevar a cabo la extracción o utilización de especies silvestres.	
3)	Se prohíbe el almacenamiento de excretas y residuos provenientes de las UMAs en sitios sin recubrimiento que puedan provocar la infiltración y contaminación del acuífero.
Vinculación: No aplica, pues el proyecto no incluye UMAs donde se lleve a cabo el manejo de fauna silvestre.	
FLORA Y FAUNA	
1)	Se prohíbe la introducción de especies.
Vinculación: Las acciones del proyecto implica la introducción de especies de flora o fauna silvestre.	
2)	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre con fines de obtener pie de cría.
Vinculación: En ninguna etapa se contempla la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre.	
3)	En el área que abarca desde el camino de acceso a Palancar a la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Colombia, se prohíbe el aprovechamiento de las zonas fuera de las áreas de desplante consideradas en el COS.
Vinculación: No aplica. El proyecto se ubica a más de 7 km al norte de la franja a que alude esta estrategia.	
4)	La cobertura vegetal de las áreas no sujetas a aprovechamiento, se deberá conservar las condiciones naturales de flora y fauna nativa silvestre.
Vinculación: Se conservará en sus condiciones naturales el área no sujeta a aprovechamiento del proyecto, por lo que solo se prevé retirar la basura dispersa en el sitio.	
LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS	
1)	Se prohíbe la construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa.
Vinculación: No se hará de implementar ninguna infraestructura permanente en playas y línea de costa. Las obras que se colocarán son de madera dura de la región.	
2)	Se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos, previa autorización emitida por la SEMARNAT.
Vinculación: Como se indica en los planos, las estructuras propuestas para la Zona Federal Marítimo Terrestre son temporales y de madera, y para tal efecto se tramita la autorización correspondiente.	
3)	Se prohíbe la extracción de arena
Vinculación: No se pretende realizar extracción de arena de la zona litoral. Además de que la mayor proporción de la misma es de tipo rocoso.	

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicable a la UGA A4

LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS

4) La autorización para controlar la erosión natural de playas queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dicho control no tendrá impactos negativos irreversibles sobre la línea de costa que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.

Vinculación: No se pretende realizar acciones para llevar a cabo el control de erosión natural de playas, ya que la mayor proporción de las mismas es la costa rocosa.

5) Se prohíbe el uso de vehículos en la playa con excepción de aquéllos relacionados con labores de protección civil, investigación científica y conservación biológica.

Vinculación: No se pretende llevar a cabo el uso de vehículos en la zona de playa, la cual, por cierto, no es transitable ya que es de tipo rocoso.

6) La autorización de nueva infraestructura turística quedará condicionada a que el Ayuntamiento haya ubicado y acondicionado previamente el 5 por ciento del litoral de la UGA para el uso recreativo de la población en general.

Vinculación: Se respetará esta estrategia y la promovente estará atenta a lo que indique la autoridad municipal.

7) El Ayuntamiento, en coordinación con SEMARNAT y PROFEPA, deberá trazar en campo la servidumbre de paso que garantice el acceso a las playas. Además, se deberá realizar un censo de los accesos existente para su registro en la Bitácora Ambiental

Vinculación: Se colaborará con las autoridades en lo que amerite para el cumplimiento de esta estrategia.

8) Queda prohibida la construcción de infraestructura turística cuando éstas obstruyan directa o indirectamente el acceso público a las playas.

Vinculación: El proyecto no obstruirá ningún acceso público a la zona de playa ni el libre tránsito en éstas.

DUNAS

1) No se permite la construcción sobre dunas costeras o actividades que las afecten negativamente.

Vinculación: Las construcciones del proyecto no se harán sobre dunas costeras ni se harán acciones que las afecten.

2) Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre dunas.

Vinculación: El proyecto no incluye caminos sobre las dunas.

ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS

1) Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo natural del agua, tanto dulce, como salobre y marina, hacia el manglar y las lagunas costeras.

Vinculación: Las obras del proyecto no alteran los flujos de agua hacia áreas de manglar o lagunas costeras. Este punto se expone con más detalle en la vinculación con el Artículo 60 TER de la LGVS.

2) Quedan prohibidos las obras que alteren el flujo y reflujos superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de la fauna silvestre.

Vinculación: El sitio del proyecto no tiene pendientes que den lugar a cauces, corrientes o escorrentías que puedan ser afectadas por las obras propuestas. Por sus dimensiones y ubicación en la microcuenca delimitada, las obras no tendrán un efecto significativo en flujos superficiales, aun en caso de lluvias extraordinarias. Las excavaciones previstas para cimentaciones, alberca y aljibe, se harán a una profundidad que no alcanzará el nivel freático, de modo que no afectarán los flujos subterráneos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicables a la UGA A4
ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERAS
3) Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.
Vinculación: El área de manglar identificada en el área de estudio y en el predio será estrictamente respetada y conservada y no se prevé hacer ningún tipo de obra o actividad en ella. Las obras permanentes del proyecto se harán en un área de selva baja subcaducifolia.
4) La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.
Vinculación: El proyecto no prevé ningún aprovechamiento en zonas inundables. Las obras permanentes del proyecto se desplantarán en un área de selva baja subcaducifolia que no presenta periodos de inundación.
5) La autorización de andadores volados o puentes sobre manglar queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes.
Vinculación: El proyecto no prevé la colocación de ningún tipo de instalación sobre el ecosistema de manglar. El muelle rustico de que se pretende hacer para acceder a la zona del embarcadero será construido de madera, sobre cobertura de selva baja subcaducifolia y matorral costero con vegetación halófila.
6) Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua, manglares y humedales.
Vinculación: El proyecto no prevé ningún tipo de vertido de residuos sólidos o líquidos en la zona de humedales con manglar. Todos los residuos serán retirados del sitio; las aguas residuales serán llevadas a una planta de tratamiento autorizada y los residuos sólidos serán retirados al relleno sanitario autorizado de la isla. Asimismo, se cuidará que los trabajadores y usuarios del proyecto no arrojen basuras o líquidos al suelo o los cuerpos de agua y se les instruirá al respecto.
7) Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.
Vinculación: En el área de estudio no se hallaron canales de comunicación entre áreas de manglar que hayan sido afectadas por construcciones, salvo el caso de la comunicación superficial entre el relicto de manglar del área de estudio y el área de manglar identificada como A4a, que fue interrumpida por la Carretera Costera Sur, construida desde el año 1969. Sin embargo, la parte en la cual se cortó la continuidad del manglar está fuera de los alcances del proyecto, pues corresponde a una propiedad privada y a la carretera y sus derechos de vía.
CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS
1) Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas y dolinas.
Vinculación: Ni en el área de estudio ni en el predio del proyecto se hallaron este tipo de estructuras cársticas.
2) Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.
Vinculación: Bajo ninguna circunstancia se prevé llevar a cabo la extracción o colecta de organismos de flora o fauna silvestre.
3) Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.
Vinculación: Ni en el área de estudio ni en el predio del proyecto se hallaron este tipo de formaciones geológicas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.7 Criterios particulares aplicables a la UGA A4	
CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS	
4)	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes.
Vinculación: Ni en el área de estudio ni en el predio del proyecto se hallaron este tipo de formaciones geológicas.	
5)	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, en cenotes, dolinas o cavernas.
Vinculación: Ni en el área de estudio ni en el predio del proyecto se hallaron este tipo de formaciones geológicas. El proyecto contará con su propia planta de tratamiento.	
6)	La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.
Vinculación: El proyecto no contempla la construcción de accesos a cuerpos de agua.	
7)	Las instalaciones de infraestructura sanitaria deberán instalarse en un radio mayor a 100 m desde el perímetro de un cuerpo de agua.
Vinculación: Se cumple con esta disposición.	
8)	Se prohíbe la instalación de cableado eléctrico o equipos de iluminación dentro de los cenotes.
Vinculación: Ni en el área de estudio ni en el predio del proyecto se hallaron este tipo de formaciones geológicas.	

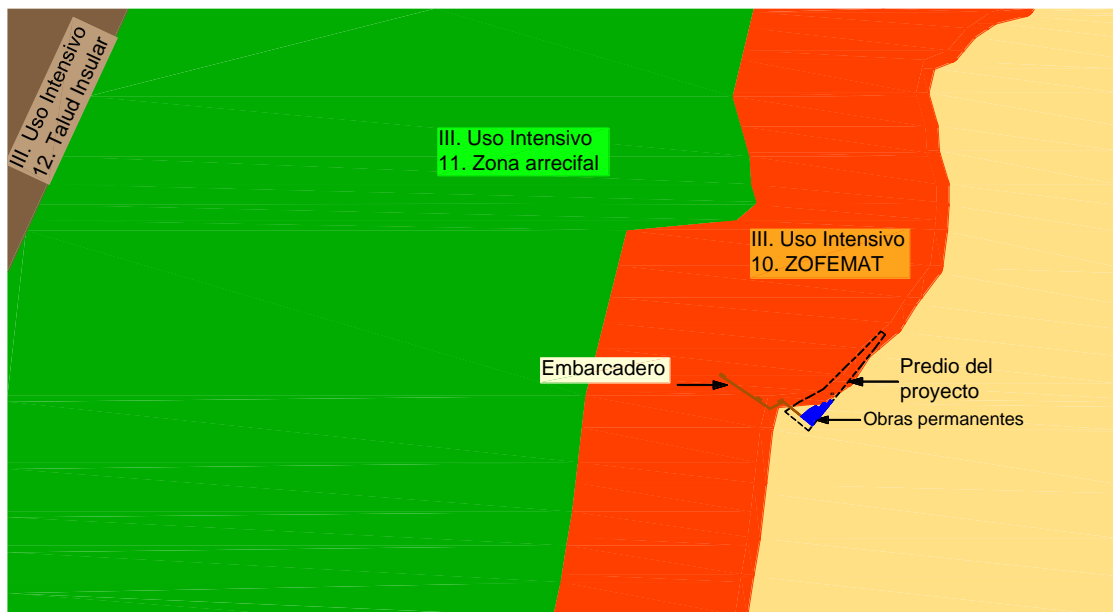
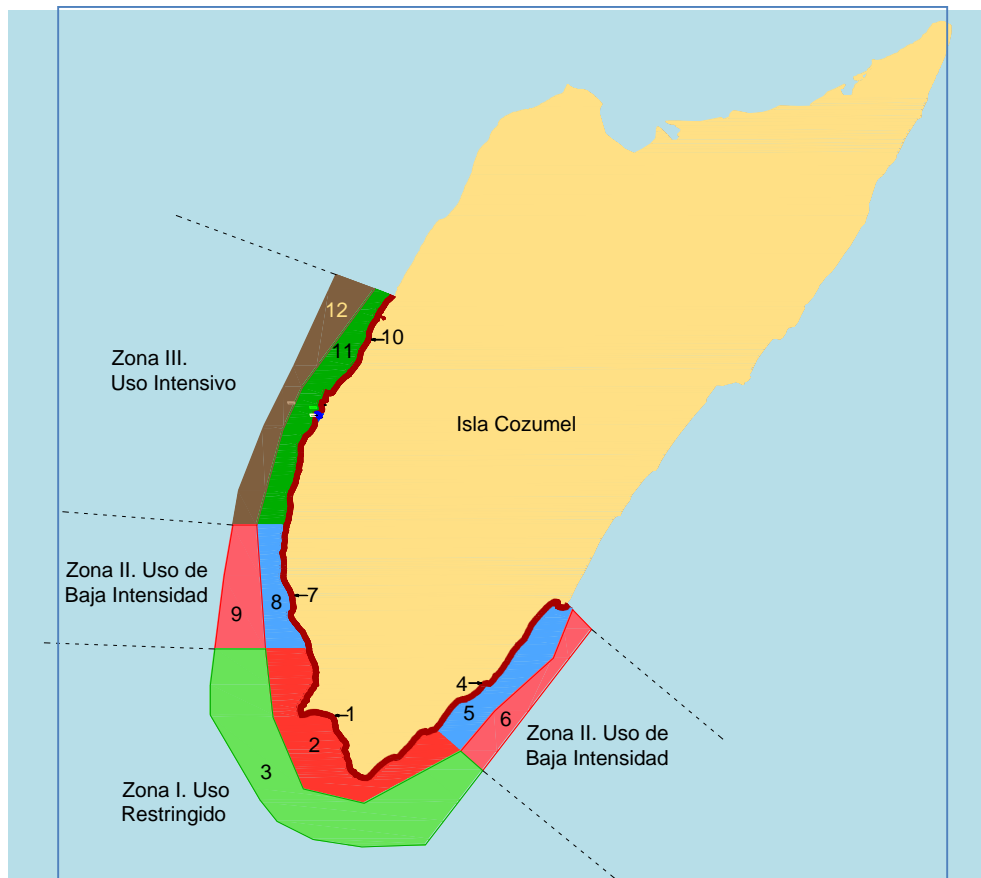
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

Los inmuebles del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* colindan con el Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, el cual está ubicado frente a las costas sureste de la Isla de Cozumel, estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie total de 11,987-87-50 Ha y su decreto ha sido publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996. Además de las modificaciones publicadas el 7 de junio de 2000 y en las cuales se le asignó la categoría de Parque Nacional.

De acuerdo con la zonificación establecida en el Programa de Manejo, la ZOFEMAT de los inmuebles del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* se ubican dentro de la Zona III, lo que refiere que se puede llevar a cabo un Uso Intensivo, aunque en este caso, no se pretende hacer obras permanentes dentro de la poligonal del ANP, quedando estas circunscritas a la instalación de estructuras rústicas, consistentes en un andador volado sobre la ZOFEMAT, y un embarcadero de aproximadamente 100 m de longitud el cuales se ubicará dentro de la Unidad Ambiental 10 ZOFEMAT misma que corresponde con el Área Marina Adyacente, de acuerdo al Decreto esta zona corresponde con una franja de 300 m de ancho de área marina. En todo caso el uso que se propone dentro de esta zona estará regulado de acuerdo con los criterios de la **Tabla 3.8**.

Tabla 3.8 Criterios del decreto Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel.	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO QUINTO.- En el Parque Marino Nacional "Arrecifes de Cozumel", sólo se permitirán actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas acuáticos y sus elementos, la investigación, recreación, educación ecológica y el aprovechamiento de recursos naturales y pesqueros, aprobados por las autoridades competentes, en las áreas, temporadas y modalidades que determinen conforme a sus atribuciones las Secretarías de Marina y de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.	El proyecto no contraviene este artículo, toda vez que promueve actividades relacionadas con la recreación y aprovechamiento de los recursos naturales que se someten al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental y cambio de uso del suelo. Asimismo, para la operación se tramitarán los permisos que corresponde emitir a la CONANP para actividades comerciales y turísticas y, en su caso, se verificará que los prestadores de servicios que utilicen las instalaciones, como lancheros, cuenten con los permisos respectivos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Zonificación a partir de archivos shape tomados del sitio: <http://sig.conanp.gob.mx>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.8 Criterios del decreto Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel.

Artículo	Vinculación
<p>ARTÍCULO SEXTO.- Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Parque Marino Nacional o la Zona Federal Marítimo Terrestre aledaña, deberá estar en congruencia con los lineamientos que establezca el Programa de Manejo y deberá contar además, previamente a su ejecución, con la autorización 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 Impacto Ambiental.</p>	<p>Como se indica en la vinculación específica con el Programa de Manejo, el proyecto cumple con los lineamientos de ese programa.</p> <p>Asimismo, el presente documento se presenta a la autoridad ambiental para la evaluación y en su caso autorización en materia de impacto ambiental del proyecto.</p>
<p>ARTÍCULO SÉPTIMO.- Dentro del Parque Marino Nacional queda prohibido verter o descargar contaminantes, desechos o cualquier otro tipo de material, usar explosivos; tirar o abandonar desperdicios en las playas adyacentes; realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos, o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o en zonas aledañas; instalar plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas o represente riesgo para la preservación del área, así como la introducción de especies vivas ajenas a la flora y fauna ahí existentes. Asimismo, queda prohibida la extracción de coral y de elementos biogénicos.</p>	<p>No se verterá ningún material en el área. Los desechos sólidos serán acopiados en depósitos cerrados y retirados al relleno sanitario y las aguas residuales irán a una planta de tratamiento autorizada.</p> <p>No se harán actividades que generen suspensión de sedimentos.</p> <p>La instalación del embarcadero sólo causará perturbaciones puntuales en espacio y tiempo y se habrá de colocar una malla geotextil al tiempo de instalar los pilotes del mismo y con ello contener los sedimentos.</p> <p>Por el calado de las lanchas (máximo 1.5 m), su operación a baja velocidad y la profundidad en el área de atraque (-2 a -2.4 m), no se prevé que levanten sedimentos en el área.</p> <p>Por la distancia del sitio de instalación del embarcadero hasta las zonas de arrecifes que es de más de 200 m, no se considera que se dé la afectación de dichas las estructuras coralinas, ni pondrán en riesgo la preservación en el área.</p> <p>Dentro de las instalaciones no se permitirá la introducción o extracción de algún espécimen u organismos del fondo marino.</p>

En sus Consideraciones, este decreto señala *“que los Arrecifes de Cozumel se sitúan cerca de la costa, por lo que se exponen directamente a la influencia de las actividades humanas y al vertido de desechos nocivos, que alteran el delicado equilibrio ecológico que presentan estos complejos ecosistemas...”*, y asimismo, considera que *“constituyen un recurso natural de gran importancia para la economía regional por lo que prioritariamente se deben proteger como una estrategia para la conservación de la biodiversidad y su aprovechamiento sustentable...”*.

Por lo cual el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* tomará en cuenta esas consideraciones, tanto por lo que hace a la fragilidad de los ecosistemas arrecifales ante los efectos de las actividades humanas, como a lo que significa su valor como recurso natural para la economía local y del propio proyecto, el cual está enfocado a prestar servicios a visitantes y turistas con énfasis en la visita a zonas arrecifales. Es decir, que para su buen desempeño a corto y largo plazo, se considera fundamental la conservación de los arrecifes.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

III.3.1. Criterios del Programa de Manejo de Parque Marino Nacional.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ha editado el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. El documento, en su apartado IV. Componentes del Programa de Manejo, señala una serie de objetivos, estrategias y acciones a cargo de la propia administración del ANP.

En el Subcomponente Zonificación se definen las diversas zonas de manejo, estableciendo los criterios y normas para su uso y aprovechamiento sustentables, con el fin de proteger hábitats y especies, al limitar y reducir la presión de las actividades turístico-recreativas, actividades extractivas y/o conflictivas.

En relación con la Zona de Uso Intensivo, señala que su delimitación tiene como finalidad el desarrollo de actividades económicas diversificadas, bajo estrictas regulaciones que permitan el uso controlado de los recursos naturales del área.

Reglas administrativas

El Programa de Manejo cuenta con un reglamento para regular las actividades que se realicen dentro de sus polígonos. Las reglas administrativas están agrupadas por tipo de actividad. Por lo que se hará referencia a las reglas en relación a las actividades acuático-recreativas y a su vinculación con el proyecto en los casos en que se considera estas son aplicables se muestra en la **Tabla 3.9**.

Tabla 3.9 Disposiciones generales sobre al reglas administrativas en relación a las actividades acuático-recreativas.	
DISPOCIONES	Vinculación
Regla 4. El horario para realizar actividades acuático-recreativas dentro del Parque será de las 6:00 a las 22:00 horas durante el horario de invierno, y de las 6:00 a las 23:00 horas durante el horario de verano.	Las actividades acuático-recreativas en la operación del proyecto se limitarán al horario indicado en esta regla.
Regla 5. Las actividades acuático-recreativas sólo podrán realizarse en los sitios establecidos en la zonificación a que se refiere la Regla 59 del presente Programa.	El proyecto prevé actividades sólo en la Unidad Ambiental 10. Las que se realicen en otras áreas del Parque estarán a cargo de prestadores de servicios turísticos autorizados.
Regla 6. La navegación en el Parque se deberá efectuar respetando el sistema de boyaje y balizamiento, establecido por la Dirección en coordinación con la SCT. Dicha señalización se podrá efectuar con la participación de los prestadores de servicios.	El proyecto no incluye la operación de embarcaciones, pero se indicará a los prestadores de servicios de esta regla. El embarcadero tendrá el señalamiento que indique la Capitanía de Puerto.
Regla 7. Dentro del Parque no se permite el anclaje ni la navegación de cruceros turísticos o embarcaciones con un calado mayor a 2.00 m de acuerdo con la zonificación, excepto que se trate de emergencias que amenacen la vida humana o el ambiente, informando con posterioridad a la Dirección del Parque.	El proyecto no implica la presencia de cruceros ni de embarcaciones con calado mayor a 1.5 m como lo marca el criterio.
Regla 8. Se establece como velocidad máxima de navegación 4 nudos, o sin provocar oleaje a partir de los 200 metros anteriores a las boyas de amarre, así como en las áreas de nado o buceo.	Se indicará a los prestadores de servicios turísticos que atraquen en el embarcadero sobre la obligatoriedad de atender esta regla.

Prestadores de servicios

El proyecto sólo incluye actividades acuático-recreativas consistentes en actividades de playa como natación y snorkel; en tanto que para los tours de buceo únicamente se realizarán las actividades

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

de atraque y embarque de los paseantes, quienes contratarán los servicios de lancheros y guías autorizados por la propia Administración del Parque Marian Nacional.

La operación del proyecto, por lo que hace a la prestación de servicios turísticos para actividades acuático-recreativas, se hará con estricto apego a lo previsto en el reglamento, atendiendo a todas las previsiones en cuanto a capacitación e identificación del personal, condiciones de seguridad e información a los visitantes, así como las obligaciones de cuidar la preservación del medio y de informar a las autoridades de cualquier evento que cause o pueda causar daño o poner en riesgo los ecosistemas.

Actividades de buceo

Las actividades de buceo que sean organizadas, dirigidas o contratadas por el operador del proyecto como un servicio a sus usuarios, serán realizadas conforme al contenido de las reglas 20 a 28 de este apartado, mismas que serán hechas del conocimiento de su personal e informadas a los usuarios verbalmente y mediante folletos. En todo caso, la actividad estará a cargo de personal capacitado y autorizado por la dirección del parque.

De las embarcaciones

El proyecto no incluye la operación de embarcaciones particulares, en todos los casos se recurrirá a los prestadores de servicios que cuenten con sus permisos vigentes para que atraquen y hagan uso del embarcadero. Además de que se les alentarán a que atiendan las reglas 29 a 37. Asimismo, no se permitirá el atraque de embarcaciones con eslora de 20 m o mayor y calado de 1.5 m como lo marca el criterio.

Sobre la regla 38, se aclara que el proyecto no incluye actividades de pesca comercial.

De los permisos, autorizaciones y concesiones

Para la operación del proyecto, se tramitarán los permisos necesarios conforme a lo previsto en las reglas de este apartado y la normatividad vigente.

III.3.2. Uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre

Por la relevancia de este apartado para el proyecto, a continuación se hace la vinculación del mismo con cada una de las reglas relativas Uso y aprovechamiento de la zona federal marítimo terrestre (**Tabla 3.10**).

Tabla 3.10 Reglas para el uso y aprovechamiento de la ZOFEMAT	
REGLA ADMINISTRATIVA	VINCULACIÓN
Regla 53. Cualquier obra o actividad que pueda causar desequilibrio ecológico y pretenda realizarse dentro del Parque, deberá contar con la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental; asimismo, cualquier persona física o moral que haga o pretenda hacer uso, aprovechamiento o explotación, o bien llevar a cabo obras o instalaciones en la Zona Federal Marítimo Terrestre deberá contar con la concesión otorgada por la SEMARNAP.	Con el presente documento se tramita la autorización en materia de impacto ambiental. Por lo que hace a uso de la zona federal marítimo-terrestre, se cuenta con el título de Concesión DGZF-182/14, Expediente 1151/QROO/2013, 16.27S.714.1.11-208/2013, signado con fecha 29 de julio de 2014, emitido por la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.10 Reglas para el uso y aprovechamiento de la ZOFEMAT

REGLA ADMINISTRATIVA	VINCULACIÓN
<p>Regla 54. Los desarrollos turísticos que se encuentren dentro del Parque deberán mantener por lo menos el 70% de la vegetación nativa presente en el lugar. Las actividades de jardinería sólo podrán realizarse utilizando la vegetación nativa.</p>	<p>Las instalaciones que se pretenden establecer en la zona federal marítimo terrestre, son de tipo rústico y las mismas no implican cambio de uso del suelo, pues se trata de instalaciones no permanentes, diseñadas para ir por encima de la cobertura vegetal precisamente para evitar su afectación. Además el espacio corresponde con la costa rocosa la cual prácticamente carece de vegetación.</p> <p>Asimismo, se cuenta con la Concesión número DGZF-182/14, la cual engloba una superficie de 4,098.65 m² y las instalaciones rústicas en la ZOFEMAT solamente se ocupará un área de 823.04 m².</p> <p>No se pretende usar vegetación que no sea nativa.</p>
<p>Regla 55. Los desarrollos turísticos costeros deberán dar tratamiento a sus aguas residuales, utilizando para ello plantas de tratamiento o tecnologías de bajo impacto ambiental. No se permitirá la construcción de fosas sépticas y/o pozos de absorción.</p>	<p>Las aguas residuales que se generen en el proyecto serán canalizadas a una planta de tratamiento autorizada del proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i>.</p>
<p>Regla 56. Cualquier obra que pretenda realizarse en el Parque deberá respetar las características geomorfológicas y fisiográficas de la zona. Se prohíbe la modificación de la línea de costa, la creación de playas artificiales, la remoción o movimiento de dunas, así como rellenar y/o talar zonas de manglares y/o humedales.</p>	<p>Las instalaciones en ZOFEMAT y la zona marina son un andador y el embarcadero, todo de madera y sobre pilotes, las cuales no requieren modificar línea de costa, playas artificiales, movimiento de dunas ni tala o relleno de manglar o humedales.</p>
<p>Regla 57. Las construcciones que se pretendan realizar en el Parque deberán estar integradas al paisaje y protegidas por la vegetación natural a fin de no ser vistas desde el mar, por lo cual no se permitirán construcciones mayores a 2 niveles y/o que rebasen la altura de la vegetación.</p>	<p>El proyecto no prevé hacer construcciones dentro del Parque, sólo un andador y un embarcadero, todos rústicos de madera.</p> <p>Las obras permanentes del proyecto, fuera del ANP, tampoco contravienen esta regla, pues son de 1 nivel.</p>
<p>Regla 58. Dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre no se permite el acceso al ganado vacuno, porcino, caballar, ovino o de cualquier otra índole.</p>	<p>El proyecto no incluye manejo de ganado de ningún tipo.</p>

III.3.3. Zonificación.

La **Regla 59** establece las zonas de uso y unidades ambientales en que se divide el Parque, así como las actividades permitidas y prohibidas en cada una.

Las instalaciones del proyecto dentro del ANP se hallan en la Zona III de Uso Intensivo, Unidad Ambiental 10. Zona Federal Marítimo Terrestre y Área marina adyacente, donde se colocarán instalaciones rústicas de madera. Por lo que se presentan las especificaciones que le asigna la Regla 59 a la Unidad 10 y su vinculación con el proyecto (**Tabla 3.11**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.11 Especificaciones que le asigna la Regla 59 a la Unidad 10 y su vinculación con el proyecto.

Especificaciones de Regla 59 para la Unidad 10.	Vinculación
<p>Actividades permitidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Buceo autónomo diurno; 8 buzos por guía y nocturno 6 buzos por guía. ➤ Buceo libre y autónomo, se limita en espacio y tiempo, de acuerdo al nivel de instrucción, control de flotabilidad y experiencia ➤ Ecoturismo e interpretación ambiental. ➤ Investigación científica y académica sin extracción, alteración o daño de las comunidades de vida marina y terrestre. ➤ Monitoreo ambiental y restauración. ➤ Navegación fuera de la zona arrecifal ➤ Uso turístico de baja densidad. ➤ Vehículos con propulsión mecánica fuera de las zonas arrecifales y de nado, embarcaciones menores a 20 m de eslora, 2 m de calado y capacidad máxima de 60 pasajeros. ➤ Vehículos sin propulsión mecánica. ➤ Video y fotografía submarinos. 	<p>Las actividades a realizar en el polígono de la Unidad ambiental 10 son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nado y buceo libre • Buceo autónomo diurno • Operación de embarcaciones de menos de 1.5 m de calado fuera de zonas arrecifales y de nado • Uso de kayaks y similares <p>Dichas actividades se harán conforme a lo indicado en las reglas y con los permisos que emita la Dirección del Parque.</p>
<p>Actividades prohibidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Anclaje. ➤ Modificación de la línea de costa. ➤ Acceso de ganado. ➤ Navegación de embarcaciones con calado mayor a 2 metros. ➤ > Pesca de cualquier tipo. 	<p>El proyecto no contempla la realización de ninguna de las actividades relacionadas como prohibidas. Además de que específicamente se prohibirá el atraque de embarcaciones con calado mayor a 1.5 m.</p>

III.3.4. De las prohibiciones.

La **Regla 60** muestra la relación de aquellas actividades que están prohibidas dentro del Parque Marino Nacional y su vinculación con el proyecto se muestra en la **Tabla 3.12**.

Tabla 3.12 Prohibiciones decretadas para las actividades dentro del Parque Marino Nacional.

PROHIBICIÓN	VINCULACIÓN
I. Permanecer en el Parque fuera del horario de visita, sin la autorización correspondiente.	Se usarán las instalaciones en el horario que autorice la Dirección del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.
II. Pernoctar y/o acampar en el Parque.	No se realizarán estas acciones.
III. Realizar en el Parque las actividades descritas en la Regla 40 del presente ordenamiento, sin las autorizaciones correspondientes.	Se tramitarán los permisos necesarios.
IV. Poner en riesgo la seguridad de los usuarios, así como realizar actividades que impliquen riesgo para el mismo usuario.	En la operación del embarcadero se dará prioridad a la seguridad de los usuarios.
V. Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles o cualquier otro tipo de contaminante, desechos sólidos, líquidos o de cualquier otro tipo; usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas.	Las aguas residuales serán dirigidas a una planta de tratamiento. Los residuos sólidos serán retirados al relleno sanitario. No se permitirá mantenimiento o suministro a lanchas en el sitio. No se usarán explosivos.
VI. Tirar o abandonar desperdicios en las playas adyacentes.	Se vigilará que no se tire ningún material en las playas y se instruirá a los usuarios y empleados al respecto.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.12 Prohibiciones decretadas para las actividades dentro del Parque Marino Nacional.	
PROHIBICIÓN	VINCULACIÓN
VII. Deforestar, destruir, desecar o rellenar humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos.	El proyecto no implica relleno o desecación de humedales. Ninguna de las obras o instalaciones se harán en áreas de humedal.
VIII. Modificar la línea de costa, remover o modificar de alguna forma playas arenosas y/o rocosas y dunas costeras.	No se proponen obras que modifiquen la línea de costa, playas o dunas. Sólo se harán instalaciones rústicas de madera en la ZOFEMAT y área marina.
IX. Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas con aguas fangosas o limosas dentro del área protegida o en zonas aledañas.	No se harán actividades de dragado. Para la instalación del embarcadero se usarán cortinas de malla geotextil para prevenir la potencial dispersión de sedimentos.
X. Ingresar, sustituir y/o utilizar embarcaciones con características diferentes a las autorizadas.	No se permitirá el atraque de naves distintas a las autorizadas.
XI. Instalar plataformas o infraestructura de cualquier otra índole.	No se pretende establecer infraestructura en el sitio. Sólo se colocarán instalaciones rústicas desmontables de madera.
XII. Introducir especies vivas ajenas a la flora y fauna propias del área y/o transportar especies de una comunidad a otra.	No se hará movimiento de organismos exóticos, ni entre comunidades.
XIII. Pescar con fines comerciales o deportivos fuera de los lugares destinados para ello, así como aumentar la cuota de explotación o con artes de pesca no autorizados.	El proyecto no incluye actividades de pesca.
XIV. Pescar en el área comprendida entre el Arrecife Paraíso y Punta Celarain y entre la línea de máxima marea y los 100m de profundidad.	El proyecto no incluye actividades de pesca.
XV. Emplear dardos, anzuelos, arpones, fármacos, palangres, redes agalleras y cualquier otro equipo o método que dañe a los organismos de fauna y flora acuáticas, así como efectuar cualquier actividad que ponga en riesgo o altere los ecosistemas y sus elementos.	El proyecto no incluye actividades de pesca ni otras que pongan en riesgo los ecosistemas.
XVI. Colectar o capturar para sí o para su venta organismos marinos o terrestres, vivos o muertos, así como sus restos.	El proyecto no incluye actividades de colecta o captura.
XVII. Alimentar, perseguir, acosar, molestar o remover de cualquier forma a los organismos marinos, especialmente a los que se encuentren en sus refugios.	Se instruirá y cuidará que no haya ningún tipo de interacción de los visitantes con los organismos del área, salvo la observación.
XVIII. Tocar, pararse, pisar, sujetarse, arrastrar equipo, remover el fondo marino o provocar sedimentación sobre las formaciones arrecifales, incluyendo las áreas someras.	Se instruirá a los visitantes y se cuidará que se cumpla la presente regla. Los guías estarán atentos a su cumplimiento.
XIX. Utilizar guantes y cuchillos.	Se advertirá a los guías y visitantes de esta prohibición.
XX. Construir cualquier obra pública o privada dentro del área del Parque o en los terrenos ganados al mar aledaños, sin la autorización correspondiente por parte de la SEMARNAP, en los términos de la legislación aplicable.	El proyecto se somete a evaluación de impacto ambiental para su autorización.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.12 Prohibiciones decretadas para las actividades dentro del Parque Marino Nacional.

PROHIBICIÓN	VINCULACIÓN
XXI. Utilizar dentro del Parque embarcaciones no registradas ante el INE, sin menoscabo de las autorizaciones correspondientes a la SCT y otras autoridades competentes.	El proyecto no incluye la operación de embarcaciones. En todo caso, se requerirá a los prestadores de servicios que atraquen en el embarcadero que cuenten con permiso.
XXII. Utilizar dentro del Parque embarcaciones con eslora mayor a 20 metros, calado mayor a 2 m y con capacidad mayor a 60 pasajeros.	El proyecto no incluye la operación de embarcaciones. No se permitirá el atraque de naves que rebasen los límites indicados.
XXIII. Realizar dentro del Parque cualquier actividad de mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible, así como cualquier actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico del área. El achicamiento de las sentinas no podrá realizarse dentro del Parque.	No se permitirá realizar ninguna de las actividades prohibidas en esta fracción dentro de las áreas e instalaciones del proyecto o en sus inmediaciones.
XXIV. Anclar embarcaciones dentro del Parque a excepción de situaciones de emergencia, durante las que se deberá procurar hacerlo en zonas con fondos arenosos libres de corales y/o alguna comunidad animal o vegetal, por lo que es obligatorio que todas las embarcaciones que entren al Parque cuenten con ancla para arena.	El proyecto no incluye la operación de embarcaciones. Se recordará a los prestadores de servicios que atraquen en el embarcadero sobre esta prohibición.
XXV. Navegar o anclar dentro de las áreas señaladas para natación, buceo libre y autónomo y sobre las formaciones coralinas. Solo se permitirá navegar en estas áreas o sobre las formaciones coralinas cuando la embarcación se encuentre custodiando buzos o vaya a recogerlos, sin que la velocidad exceda a 3 nudos o provoque olas. Sin excepción, después de recoger a los buzos las embarcaciones deberán transitar fuera de estas áreas.	El proyecto no incluye la operación de embarcaciones. Se recordará a los prestadores de servicios que atraquen en el embarcadero sobre esta prohibición.
XXVI. Realizar actividades de paracaidismo, esquí acuático, tabla vela, tablas de oleaje, motos acuáticas, canoas, kayaks, y similares fuera de las áreas determinadas para ello.	En caso de que se decida incluir alguna de las actividades referidas, se tramitará una autorización ante la Dirección del ANP en la cual se indiquen las áreas autorizadas.
XXVII. Llevar un número de visitantes mayor a los permitidos por guía, durante las actividades de buceo.	Se controlará el cumplimiento de esta prohibición en todos los tours que salgan de las instalaciones del proyecto.
XXVIII. Usar embarcaciones para la práctica de pesca para consumo doméstico.	No se pretende realizar actividades de pesca.
XXIX. Dañar o robar el sistema de boyeo, balizamiento y señalamiento del Parque.	Se informará de esta prohibición a usuarios y prestadores de servicios.
XXX. Construir muelles, embarcaderos, atracaderos o cualquier infraestructura portuaria o de otra índole en el área marina próxima a las formaciones arrecifales.	El área del proyecto donde se pretende establecer el embarcadero no se halla cerca de formaciones arrecifales. El llamado Arrecife Tormentos se ubica a aproximadamente 500 m del sitio del proyecto.
XXXI. El consumo de alimentos y bebidas alcohólicas durante las actividades definidas en las presentes Reglas.	No se hará consumo de alimentos y bebidas alcohólicas durante las actividades acuáticas en el Parque.
XXXII. Amarrarse a las boyas de señalización.	El proyecto no incluye operación de naves que se puedan amarrar a boyas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.12 Prohibiciones decretadas para las actividades dentro del Parque Marino Nacional.

PROHIBICIÓN	VINCULACIÓN
XXXIII. El uso de reflectores enfocados hacia el mar, después de las 19:00 horas y hasta las 6:00 horas.	Se cuidará de no tener reflectores apuntando hacia el mar a ninguna hora. Las luces que se pretende instalar en el andador y embarcadero, serán leds de baja intensidad, color ámbar, nunca apuntadas hacia el mar, y las de señalamiento marítimo que indique la Capitanía del Puerto.

III.4. Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Análisis. Para el caso de las aguas sanitarias generadas por la etapa de preparación de sitio y construcción, serán colectadas y tratadas por parte de la empresa prestadora del servicio (rentadora de letrinas).

Por lo que respecta a las aguas derivadas del tratamiento de las aguas residuales en la futura planta de tratamiento, dichas descargas estarán reguladas por la normatividad de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y la verificación de los límites permisibles regulados por la presente norma; así mismo estarán sujetos a cumplimiento mediante análisis periódicos programados para el funcionamiento de la planta de tratamiento. Se trata de aspectos previstos para el diseño y operación de dicha planta.

NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

Análisis: Los automóviles y camionetas utilizados en obra contarán con el tarjetón de verificación vehicular respecto a la emisión de gases contaminantes. Esta norma no es aplicable a la maquinaria que se utilizará para la construcción.

NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.

Análisis. Los camiones de volteo que transporten todo tipo de materiales necesarios para la construcción de las obras, contarán con el mantenimiento periódico requerido para evitar el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, necesario para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.

NOM-052-SEMARNAT-2005, características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Análisis. Los residuos peligrosos que se generen durante las actividades constructivas y en el área de almacén serán identificados, controlados y manejados conforme a las especificaciones de esta norma y del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

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. Publicada el 30 de diciembre de 2010.

Análisis. En los trabajos en el área de estudio se registraron las siguientes especies de flora contenidas en la NOM (**Tabla 3.13**).

Tabla 3.13 Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010			
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	CATEGORIA DE RIESGO	STATUS
Mangle blanco	<i>Laguncularia racemosa</i>	Amenazada	No endémica
Mangle botoncillo	<i>Conocarpus erectus</i>	Amenazada	No endémica
Mangle rojo	<i>Rhizophora mangle</i>	Amenazada	No endémica
Palma chit	<i>Thrinax radiata</i>	Amenazada	No endémica

No obstante, las obras del proyecto no se ubican en cuerpos de agua interiores o áreas de manglar, ni incluyen actuaciones que comprometan factores como los flujos hidrológicos hacia o desde éstos ambientes, por lo que no implicarán deterioro para ese hábitat y, consecuentemente, tampoco para las especies que lo ocupan, que incluyen a 3 especies de mangle indicadas en la tabla anterior. Todo el ecosistema de manglar en el predio será mantenido como área de conservación, donde sólo se hará el retiro de basura. Adicionalmente, al contemplarse medidas de propagación y reforestación con las 3 especies, se cumple lo previsto en la Norma Oficial Mexicana para las especies amenazadas, pues se mantiene su hábitat y no se reducen sus poblaciones.

El total a ocupar con obras permanentes es de 1.01 Ha donde se afectarán mayormente una cobertura de vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia, hábitat en el cual se registró la presencia de ejemplares dispersos de palma chit (*Thrinax radiata*).

El cambio de uso de suelo que se solicita implica, necesariamente, una reducción de las poblaciones vegetales que ahora ocupan el área a desmontar. Sin embargo, el impacto será de carácter moderado, toda vez que sólo se afectará una porción mínima de esa cobertura en el área de estudio y en el predio. Por lo que implican afectaciones que pongan en riesgo el ecosistema de selva baja subcaducifolia identificado, ni se afectará la continuidad del mismo, dada la ubicación y disposición de las obras permanentes, que no fragmentan la cobertura, sino que mantienen una matriz forestal en la cual se inserta el proyecto, como se aprecia en la siguiente figura, donde se muestra la microcuenca con sus coberturas, el predio de la promovente y la localización de las obras permanentes, rodeadas de selva baja subcaducifolia.

En consecuencia, tampoco se ponen en riesgo las poblaciones locales de las especies protegidas presentes en esa cobertura como es la palma chit. Además, será fácilmente mitigable el efecto con la aplicación de medidas como el rescate de los ejemplares cuya talla lo permita y la propagación en vivero de dicha especies y su restablecimiento dentro del mismo sistema ambiental analizado o en otras áreas de restauración de la zona, medidas que pueden ser acordadas con la CONANP o con las autoridades municipales. De este modo, se cumple con lo previsto en la NOM, al resultar un aumento neto de sus poblaciones.

Con referencia a las especies de fauna silvestre potencialmente presente en los inmuebles del proyecto, se muestra la lista que se muestra en la **Tabla 3.14**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Especies de vertebrados terrestres incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas e introducidas.

GRUPO	ESPECIE	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDEMICA	INTRODUCIDA
REPTILES	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A		
	<i>Trachemys venusta</i>	Pr		
	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr		
	<i>Ctenosaura similis</i>	A		
	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	ENDEMICA	
	<i>Leptophis mexicanus</i>	A		
	<i>Boa constrictor</i> *	A		INTRODUCIDA
AVES	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr		

Iguanas

En la zona de estudio, se ha encontrado la presencia de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) a la cual se ha asignado la categoría de Amenazada, que implica que está en mayor riesgo, lo cual amerita algunos apuntes adicionales. Es un iguánido centroamericano común en las vertientes costeras de México y Centroamérica hasta Colombia e islas de Panamá y su rango de distribución se ha ampliado al ser introducida en el sur de Texas y en Florida, donde se les considera especies invasivas. Habita en selvas medianas y bajas cercanas a la costa, áreas inundables con manglar y vegetación de duna costera, siempre que disponga de árboles, rocas o cavidades donde buscar refugio contra los depredadores y vegetación para alimentarse y para el desarrollo de las formas juveniles. Los juveniles tienden a consumir principalmente proteína animal, en su mayoría de insectos, y conforme crecen, su dieta se vuelve cada vez más vegetariana, alimentándose de frutas, hojas y flores, pero sin dejar el consumo de proteína de pequeños mamíferos, aves, lagartijas y huevos, por lo que se le considera herbívora pero omnívora oportunista. Tiene importancia ecológica como dispersora de semillas de algunas especies vegetales.

Las principales amenazas naturales para esta especie suelen ser los depredadores terrestres y aéreos, en tanto que la presencia humana solamente significa riesgos cuando son directamente atacadas, pues se adaptan bien incluso en medios urbanos, lo que además parece indicar que la fauna asociada a los humanos, como perros, gatos y roedores, tiene poco efecto en sus poblaciones.

Para el proyecto que se propone, en caso de hallar iguanas durante los trabajos se cuidará e instruirá a los trabajadores para no sean molestadas y se permita su desplazamiento fuera de las áreas de desplante de las obras. Durante la operación se instruirá a los trabajadores y usuarios de los servicios sobre la condición de especie protegida de la iguana. Por lo anterior, es de considerar que el establecimiento del proyecto no generará efectos adversos sobre estas especies y se cumple con las previsiones de la norma en comento, pues se mantiene un alto porcentaje de hábitat apropiado para su desarrollo y no se reducen directamente sus poblaciones.

Tortugas

El área de estudio también tiene potencial para albergar especies de tortugas terrestres y ser usado por tortugas marinas. En el caso de las primeras, dado que se trata de una pequeña franja costera confinada entre la Carretera Costera Sur y el mar, la probabilidad de albergar poblaciones de tortugas terrestres viables a largo plazo es baja, pues tanto el mar como la carretera significan barreras casi impermeables para estos organismos. De cualquier modo, en caso de hallar tortugas terrestres en el sitio durante el desarrollo y operación del proyecto, e se cuidará e instruirá a los trabajadores y usuarios para no sean molestadas y se permita su desplazamiento fuera de las áreas de desplante de las obras, lo que aunado a la alta proporción de hábitat que se deja para conservación permite afirmar que el proyecto no significa un riesgo para las tortugas terrestres que potencialmente podrían hallarse en el área.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por lo que hace a las tortugas marinas no se observó ninguna especie, aunque dado que en la zona de estudio se encuentra una pequeña playa en la entrante del frente marino, se considera que podría ser un sitio usado para anidación, aunque las condiciones no son particularmente apropiadas, dado que las zonas de la playa que utilizan las tortugas para establecer los nidos incluyen toda la franja supramareal hasta el inicio de la duna con vegetación. Estudios sobre la tortuga carey, por ejemplo, indican que prefieren anidar en el borde de la vegetación de duna, seguida por la anidación en la berma supramareal y sólo excepcionalmente anidan en la zona intermareal. Un patrón similar de preferencia por la anidación a la sombra de la vegetación se reporta para la tortuga blanca. En el área de estudio, la playa es angosta, de no más de 15 m, y está limitada al norte y sur por salientes rocosas, en tanto que otras áreas de la isla, al sur y norte de la costa oeste y en gran parte de la costa este, presentan playas mucho más apropiadas para la anidación de estas especies.

Los riesgos principales derivados de la presencia humana para los nidos son el saqueo directo, la depredación por perros ferales y la destrucción o alteración de los nidos por el paso de vehículos motorizados, ganado y personas. Otros riesgos importantes se derivan de la destrucción del hábitat de anidación por la instalación de infraestructura, sobre todo la que causa erosión de la playa y la modificación de la línea de costa o que impida el paso de las hembras cuando salen a anidar.

La iluminación provoca en las hembras una reacción negativa que inhibe la anidación, especialmente las tortugas verde y laúd, que anidan sólo donde no hay luz. La luz también causa un efecto negativo en los neonatos, pues cuando emergen del nido buscan dirigirse al mar orientados por la línea más luminosa el horizonte, por lo que las luces los desorientan y hace que se dirijan tierra adentro o que tarden más en llegar al mar, lo que aumenta la mortalidad por depredación y agotamiento.

La presencia de personas que perturban a las hembras cuando salen a anidar también puede causar que éstas desistan y vuelven al mar, sobre todo si las personas usan lámparas, tomar fotos con flash y obstruyen el paso de las tortugas. Otro efecto nocivo común de origen humano es la presencia humana es la presencia de especies domésticas, sobre todo perros y cerdos, que son capaces de detectar los nidos y destruirlos.

Aunque, como se ha señalado, no se hallaron indicios de anidación de tortugas marinas en el sitio ni se tienen reportes de su ocurrencia, no se descarta la posibilidad de que tal proceso ocurra. Empero, dada la ubicación de las obras del proyecto, a la altura de un frente rocoso inviable para anidación y separado de la playa por una matriz de vegetación de selva y matorral costero, su desarrollo no implica una afectación al potencial uso de la playa para anidación de tortugas. Por el contrario, el establecimiento del proyecto contribuirá a un uso ordenado el sitio y reducirá la posibilidad de que ocurran saqueos de nidos y la destrucción del medio por tránsito de vehículos.

Aves y mamíferos

Por lo que hace a las aves, en la región del proyecto se ha reportado la presencia del gavián cangrejero (*Buteogallus anthracinus*), identificado por la CONABIO también como aguililla negra menor, que se encuentra sometido a Protección especial en la NOM. Esta especie tiene una amplia distribución en todo el continente, sobre todo en las zonas costeras, donde suele anidar en los manglares. Dado que el proyecto prevé la conservación del área de manglar, no se espera que signifique un obstáculo para el acceso de esta especie a ese hábitat ni que produzca otros efectos negativos en sus poblaciones.

Por lo que hace a los mamíferos, dado su alto régimen metabólico en comparación con los reptiles y anfibios, requieren de ámbitos territoriales muy grandes, lo que podría explicar su ausencia en el área de estudio, aunque la carretera referida no es una barrera para ellos, por lo que no se descarta la presencia en el sitio de especies como el mapache enano (*Procyon pygmaeus*), especie en Peligro

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

de Extinción y el tejón de Cozumel (*Nasua narica nelsoni*), con categoría de Amenazada y ambas endémicas. El respecto, es de señalar que el proyecto solamente pretende ocupar un área mínima de la microcuenca analizada, concentrando sus actuaciones en la zona más perturbada, cruzada por una brecha, por lo que no implicará una disminución significativa del hábitat de ambas especies, que se prolonga hacia el interior de la isla en amplias extensiones de selva baja y mediana. En caso de que se llegara a registrar la presencia de individuos de estas especies en el sitio del proyecto, se permitirá su desplazamiento hacia áreas adyacentes y se instruirá a los trabajadores y usuarios sobre la condición de especies protegidas.

NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Análisis: Los automóviles y camionetas utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódico que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Como una forma de evidenciar el buen funcionamiento del motor, y en consecuencia la emisión adecuada de ruido a partir del escape, se tomará el tarjetón de verificación vehicular aplicable, ya que no existe en la entidad la infraestructura para realizar la medición conforme a esta norma.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Análisis. Se contempla que la operación de la planta de rebombeo, genere un ruido sinérgico a la planta de rebombeo actual, sin sobrepasar los límites máximos permisibles. En su caso se realizarán los correspondientes estudios de ruido perimetral para corroborar el cumplimiento a dicha Norma.

- Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Como se ha referido a través del presente documento, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se está desarrollando en la zona sur de la ciudad de Cozumel. En esta zona el paisaje corresponde con una zona con una topografía de carácter ondulado a sensiblemente plano, manifestándose una serie de macizos de roca calcárea en la zona litoral, mismos que se extiende hasta la parte sur de Carretera Costera Sur, a partir de este punto la topografía comienza a descender para dar forma una amplia zona baja sujeta a inundación temporal.

De esta manera, en el punto donde se alcanza una altitud cercana a los 0 msnm (costado norte) se presenta una zona cubierta de humedales con manglar. De acuerdo con las estimaciones este manchón integra una superficie aproximada de 2.5 Ha de superficie aproximadamente. Ante esta situación, la edificación del proyecto habrá de implicar una afectación mínima de esta formación de humedal. Por lo que para evitar daños irreversibles a la hidrología local se deberá colocar un piedraplén y las alcantarillas que sean necesarias y que ayudarán a evitar que se interrumpan los flujos naturales, los cuales se ha referido son intermitentes y únicamente se dan durante la temporada lluviosa del año. Bajo este concepto, el diseño del proyecto evita al máximo la fragmentación de los flujos que mantienen el humedal, conservándolo en un porcentaje muy alto.

De esta manera y de acuerdo con el objeto y campo de aplicación de la Norma, que determina que su aplicación es obligatoria para todo usuario en la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. Al respecto, se debe mencionar que a la fecha no se ha realizado ningún plan de manejo de la cuenca hidrológica RH32A (Quintana Roo), a la que pertenece

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

la zona del interés en su conjunto y en donde de manera particular se ubica el sitio del proyecto hacia la porción oriental de dicho sistema.

Por otra parte, el objeto de esta norma es el de establecer las especificaciones que regulan el aprovechamiento sustentable en los humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación. Por lo cual, los humedales con vegetación de manglar pueden ser utilizados siempre y cuando, se garantice la integridad del mismo. Sin embargo, en el caso que nos ocupa el proyecto se habrá de establecer de manera preferente sobre una vegetación de selva baja subcaducifolia, además de que las zonas con playa arenosa, humedales con vegetación de manglar no serán objeto de aprovechamiento alguno. De acuerdo con lo anterior y tomando en consideración que la zona del humedal con vegetación con manglar ha sido afectada de manera mínima, se da respuesta puntual a cada una de las especificaciones de la Norma, mencionando su cumplimiento en cada caso (**Tabla 3.14**).

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>4.0. El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; ➤ Integridad del ecosistema. ➤ Su productividad natural; ➤ La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; ➤ Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; ➤ La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; ➤ Cambio de las características ecológicas; ➤ Servicios ecológicos; 	<p>En primer término se debe referir que la totalidad del ecosistema de manglar que ha sido delimitada dentro de los inmuebles del proyecto será conservada en su estado actual y protegida a fin de garantizar su permanencia. Por lo que se debe precisar su situación actual en relación al proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Integridad del flujo Hidrológico. Se debe referir que los humedales que se distribuyen dentro de los inmuebles del proyecto no están asociados a otros humedales o cuerpos de agua existentes en la región, ya que los mismos se encuentran delimitados por terrenos ligeramente elevados y donde se distribuye mayormente una vegetación de selva baja subcaducifolia. Además durante la temporada seca del año los humedales suelen permanecer completamente secos y carentes de agua. Es por ello que se considera que estos dependen de los aportes del agua de lluvia, en tanto que no se aprecia que haya aportes escurrimientos superficiales o subterráneos significativos. Además las obras permanentes que se tiene contempladas se establecerán en una zona de selva baja subcaducifolia que no se encuentra en una hipotética trayectoria de escorrentías en caso de lluvias extraordinarias, ahora que dada las bajas dimensiones de las obras permanentes del proyecto y que ocuparán hasta el 34.6% del predio no se prevé que pueda causar efectos significativos en la infiltración pluvial. ➤ Integridad del ecosistema. El ecosistema de manglar que se ha registrado dentro de los inmuebles del proyecto se considera como un relicto seccionado de un humedal de mayores proporciones que fue modificado por la construcción de una carretera costera sur que data del año 1969. Desde entonces no se ha documentado una mayor degradación del mismo. Ahora que la totalidad del humedal identificado será dejado como área de conservación, sin que se lleve a cabo ningún tipo de obra o actividad en ella, de modo que no será reducida o fragmentada su superficie.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su productividad natural; ➤ La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; ➤ Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Productividad natural.</i> Para abundar a lo referido en la vinculación con el artículo 60 TER de la LGVS, se puede comentar que entre los factores que determinan la productividad de los manglares, además de la hidrología (mareas, hidroperiodo, escorrentía), se hallan la dinámica de nutrientes, el tipo de sustrato, la salinidad intersticial y el clima. En virtud de que el área de manglar será conservada junto con sus aportes hidrológicos actuales, es de prever que la productividad no será alterada de ninguna manera. Con respecto a los nutrientes, el relicto de manglar no está asociado a flujos superficiales que impliquen entrada de nutrientes por efectos mareales o arrastre, de modo que la importación de materiales es insignificante. Solamente se halló un canal de desbordamiento del manglar hacia la zona marina, evento que ocurre ocasionalmente, producto de lluvias muy abundantes, aunque sin llegar a formar una nube de sedimentos o taninos apreciable en el mar. Este canal tampoco será afectado o modificado por las obras del proyecto. ➤ <i>Capacidad de carga natural para turistas.</i> El objeto principal del proyecto es prestar servicios relacionados con actividades turísticas residenciales, el buceo y actividades náuticas recreativas. Lo cual no incluye actividades de ningún tipo dentro de los ecosistemas de manglar. En todo caso, el principal uso fuera de las instalaciones se hará en la zona marina, a través de los prestadores de servicios turísticos locales, cuyas actividades son autorizadas por la Dirección del ANP Arrecifes de Cozumel. Por lo que no se debe esperar ninguna alteración hacia este tipo de ambientes. ➤ <i>Integridad de zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.</i> En la zona de humedales con manglar ubicada dentro de los inmuebles del proyecto no se ha identificado la presencia de sitios relevantes para la anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje de especies de fauna silvestre. Además por la ubicación de las obras que se pretenden realizar hacia las zonas relativamente más altas y cubiertas de vegetación de selva baja subcaducifolia, se considera que se tendrá ningún tipo de riesgo para su integridad toda vez que no implica fragmentación, barreras, contaminación o destrucción de tales zonas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; ➤ Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; ➤ La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; Cambio de las características ecológicas; 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Capacidad de carga natural para turistas.</i> El objeto principal del proyecto es prestar servicios relacionados con actividades turísticas residenciales, el buceo y actividades náuticas recreativas. Lo cual no incluye actividades de ningún tipo dentro de los ecosistemas de manglar. En todo caso, el principal uso fuera de las instalaciones se hará en la zona marina, a través de los prestadores de servicios turísticos locales, cuyas actividades son autorizadas por la Dirección del ANP Arrecifes de Cozumel. Por lo que no se debe esperar ninguna alteración hacia este tipo de ambientes. ➤ <i>Integridad de zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.</i> En la zona de humedales con manglar ubicada dentro de los inmuebles del proyecto no se ha identificado la presencia de sitios relevantes para la anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje de especies de fauna silvestre. Además por la ubicación de las obras que se pretenden realizar hacia las zonas relativamente más altas y cubiertas de vegetación de selva baja subcaducifolia, se considera que se tendrá ningún tipo de riesgo para su integridad toda vez que no implica fragmentación, barreras, contaminación o destrucción de tales zonas. ➤ <i>Integridad de interacciones funcionales entre humedales costeros, ríos, duna, zona marina adyacente y coral.</i> El manglar del sitio del proyecto es un relicto aislado hidrológicamente, en el cual no se hallaron elementos críticos de interacción con otros ecosistemas. Incluso la fragmentación que significó la Carretera Costera Sur, desde 1969, no ha impedido la permanencia del manglar en el área de estudio, donde sigue sus procesos de sucesión naturales, lo que indica que su principal aporte hidrológico es pluvial. En lo referente a la distribución de los corales, se debe referir que en la zona marina contigua al área de estudio se carece de formaciones arrecifales, aunque si hay arrecifes importantes al norte, sur y frente al sitio del proyecto, pero éstos se ubican en dentro del área de influencia lejana, a más de 300 m de la costa. De esta forma, el ocasional desborde de la zona de manglar del área de estudio hacia la zona marina implica una exportación de nutrientes que puede beneficiar a las comunidades arrecifales, aun de manera insignificante, si se comparan con las grandes plumas de taninos observadas en el extremo sur de la isla. En todo caso, el proyecto no contempla la modificación de esa interacción ocasional entre el manglar y la zona marina.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio de las características ecológicas; ➤ Servicios ecológicos; ➤ Aspectos ecológicos y eco-fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Cambio de las características ecológicas.</i> No se prevé que el proyecto causará cambios significativos en la suma de los componentes biológicos, físicos y químicos del ecosistema del humedal respecto al estado en que se encuentra actualmente y sin el proyecto. Incluso es probable que cause efectos positivos, toda vez que el sitio actualmente es usado de manera desordena y como basurero ocasional, pues en el área se hallan residuos domésticos y algunos potencialmente muy contaminantes, como llantas y envases de lubricante; situación que deberá revertirse una vez que el proyecto empiece a operar, pues entre sus actividades se cuenta la limpieza y protección del manglar, al menos en la parte que se halla en el predio de la promovente. Además el proyecto no incluye la eliminación o sustitución de ecosistemas, introducción de especies exóticas, modificación significativa de poblaciones de flora ni del acceso de la fauna a los recursos del área, toda vez que sólo se ocupará una porción mínima de selva baja subcaducifolia. La topografía del terreno no será modificada significativamente, salvo de manera puntual en el sitio de las instalaciones permanentes; tampoco se harán vertidos al suelo o al agua, ni se dispondrá de residuos en el sitio. ➤ <i>Servicios ecológicos.</i> Los principales servicios ecológicos que se atribuye a los manglares son la exportación de nutrientes, captura de carbono, el uso como sitios de reproducción, alimentación y refugio para la fauna, la absorción de contaminantes y la protección contra ciclones. Dado que el proyecto no pretende realizar obras o actividades en el manglar, ninguno de esos servicios, actuales o potenciales será afectado. ➤ <i>Aspectos ecológicos y ecofisiológicos.</i> La vegetación del manglar está adaptada para resistir condiciones que implicarían un alto estrés para otras especies, como la inundación continua o intermitente, alta salinidad en el suelo y alta insolación y temperaturas. No obstante, la variación en esos factores puede causar el deterioro de las poblaciones. El proyecto no incluye acciones que modifiquen significativamente la morfología del área, los aportes hídricos, la salinidad intersticial, la insolación ni otros relacionados con la fisiología de la vegetación en el manglar.
<p>4.1. Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>	<p>El proyecto no incluye obras de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que fluye naturalmente hacia la zona de humedales. Estos dependen de la precipitación pluvial que se manifiesta a través de las distintas épocas del año.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
4.2. Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto no incluye ese tipo de obras y actividades.
4.3. Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	El proyecto no requiere canales.
4.4. El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto no incluye obras en el manglar, ni infraestructura marina fija, como diques, rompeolas, etc., El embarcadero a instalar es una estructura temporal, que no implica ganancia de terreno al cuerpo de agua; será colocado en la zona marina frente al sitio del proyecto, donde no hay vegetación de manglar.
4.5. Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no incluye la construcción de bordos.
4.6. Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.	El proyecto no prevé obras o actividades que causen azolvamiento, ni vertidos en el suelo o cuerpos de agua.
4.7. La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	El proyecto sólo utilizará agua de la red pública y de su propio sistema de captación pluvial. El manglar del área de estudio se halla en una depresión inundable sin condiciones para el aprovechamiento de agua, la cual tampoco es aprovechable a partir del acuífero en el sitio. Tampoco se prevé ningún vertido al cuerpo de agua.
4.8. Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	El proyecto no incluye vertimientos en cuerpos de agua.
4.9. El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	El proyecto no incluye vertidos de aguas residuales.
4.10. La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	El proyecto no incluye extracción de aguas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>4.11. Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>	<p>El proyecto no incluye la introducción de flora o fauna de ningún tipo.</p>
<p>4.12. Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>El proyecto no incluye obras o actividades en áreas de manglar o en cuerpos de agua con influencia marina.</p>
<p>4.13. En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación en la zona ocupada por humedales.</p>
<p>4.14. La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción de vías de comunicación.</p>
<p>4.15. Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>El proyecto no incluye la construcción de este tipo de obras en la zona cubierta por humedales.</p>
<p>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.</p>	<p>En virtud de que las obras permanentes del proyecto se localizarán a menos de 100 del manglar, se propone atender a la presente especificación mediante la excepción contenida en la especificación 4.43, en la cual se comentarán los términos para ello.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>4.17. La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</p>	<p>No se extraerán materiales del área de manglar. Los materiales para las obras serán adquiridos de bancos autorizados. Excepcionalmente se podrá utilizar el material extraído de las excavaciones poco profundas necesarias para construir la alberca y el aljibe para agua de lluvia, ambas en un área de selva baja subcaducifolia.</p>
<p>4.18. Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.</p>	<p>El proyecto no incluye ninguna de las actividades específicas prohibidas en este numeral. Todas las obras se llevarán a cabo en la zona cubierta por vegetación de selva baja subcaducifolia y para poder llevar a cabo el desmonte de esta área donde se pretende desplantar las obras permanentes, se tramita la autorización mediante el presente DTU.</p>
<p>4.19. Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</p>	<p>El proyecto no incluye obras de dragado ni establecimiento de zonas de tiro.</p>
<p>4.20. Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>	<p>No se hará disposición de residuos en humedales. Todos los residuos serán dispuestos por medio del sistema público de limpia.</p>
<p>4.21. Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	<p>El proyecto no incluye obras o actividades camaronícolas.</p>
<p>4.22. No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de terrenos forestales.</p>	<p>El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.</p>
<p>4.23. En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	<p>El proyecto no incluye obras de canalización ni desviación o rectificación de canales.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
4.24. Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.
4.25. La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El proyecto no incluye obras o actividades acuícolas.
4.26. Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El proyecto no incluye canales de llamada.
4.27. Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	El proyecto no incluye obras o actividades salineras.
4.28. La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	El proyecto no prevé la instalación de infraestructura turística dentro del manglar, ni en áreas donde se registren flujos de agua hacia o desde un humedal. Las instalaciones rústicas de madera incluyen un camino volado sobre vegetación de selva baja y matorral costero.
4.29. Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El proyecto sólo incluye actividades de embarque y desembarque en una zona marina sin presencia de manglar. Además se atenderán las restricciones del ANAP.
4.30. En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	Se instruirá a los prestadores de servicios y usuarios sobre estas restricciones y aquellas del ANP.
4.31. El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no incluye actividades en el manglar. Se instruirá a los visitantes que tomen tours para que tengan precaución al visitar sitios de humedal.
4.32. Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El proyecto no requiere establecer caminos sobre áreas de humedal. En este caso, se establecerá un andador de madera piloteada sobre áreas de matorral costero y áreas rocosas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
4.33. La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	El proyecto no requiere construcción de canales.
4.34. Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	El proyecto no prevé actividades de paso de ganado, personas, vehículos y otras similares en humedales costeros.
4.35. Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	El proyecto incluye la conservación de la parte de manglar que abarca el predio de la promovente.
4.36. Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	El proyecto prevé la conservación del área de manglar que abarca el predio de la promovente.
4.37. Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El proyecto prevé la conservación del área de manglar que abarca el predio de la promovente, la cual depende de los aportes pluviales. No se harán vertidos de ningún tipo al suelo o cuerpos de agua.
4.38. Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares.
4.39. La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares.
4.40. Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El proyecto no incluye la introducción de especies exóticas.
4.41. La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	El proyecto no es un programa de restauración de manglares.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 3.14 Vinculación de los criterios de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	
ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>4.42. Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>El presente DTU incluye un estudio de la microcuenca en la cual se encuentra el manglar que abarca parte del predio de la promovente.</p>
<p>4.43. La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."</p>	<p>En virtud de que no se cumple la distancia mínima de 100 m entre las obras y el manglar, prevista en la especificación 4.16, se propone ejecutar las siguientes acciones en beneficio de los humedales de la zona.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Limpieza de la zona de manglar dentro del predio del proyecto y zonas aledañas en el derecho de vía de la Carretera Costera Sur y ZOFEMAT. b) Colecta de germoplasma de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>), mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) y mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>) en el sitio del proyecto y áreas aledañas, para la propagación en vivero de 25 ejemplares de cada especie y su posterior plantado en áreas de restauración, las cuales serán definidas en acuerdo con la CONANP, a través de su personal en la isla, o con las autoridades municipales de Cozumel. c) Colecta de germoplasma de mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>), mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) y mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>) en el sitio del proyecto y áreas aledañas, para la propagación en vivero de 25 ejemplares de cada especie y su posterior plantado en áreas de restauración, las cuales serán definidas en acuerdo con la CONANP, a través de su personal en la isla, o con las autoridades municipales de Cozumel. d) Reforestación en las áreas acordadas con la CONANP o la autoridad municipal y seguimiento de las mismas durante 2 años hasta asegurar el establecimiento de al menos 20 ejemplares de cada una de las especies referidas, que corresponde a una sobrevivencia de 80%. <p>Una descripción más detallada de las acciones de compensación propuestas será presentada una vez que se obtenga la resolución favorable y se haya hecho el acuerdo con la CONANP o las autoridades municipales de Cozumel a cargo de áreas de restauración.</p>

III.5. Ley General de Vida Silvestre

El Decreto por el que se adiciona un artículo 60 TER a la Ley General de Vida Silvestre publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de febrero de 2007, 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

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Artículo Segundo.- Se adiciona un segundo párrafo al artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre, para quedar como sigue:

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

Como ya ha sido señalado anteriormente, el presente proyecto no intenta aprovechar ningún ejemplar de humedal costero ni se proyecta llevar a cabo actividades de remoción, aclareo o poda de la vegetación de humedal costero existente, tampoco se realizarán acciones de remoción, relleno, trasplante, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar, del ecosistema y su zona de influencia, solo se pretende la construcción de andadores y estructuras en palafito (pilotes) hincados en una zona libre de manglar; asimismo, el proceso constructivo mencionado será a base de hincado de pilotes y se utilizarán métodos de construcción en fase, de manera de no impactarlo, con todo ello se prevé y se asegura que se permitirá el libre flujo hidráulico marino dentro del área y el ecosistema; además, se acopiarán los residuos de materiales de construcción mediante una malla geotextil que será colocada en el área lagunar, y mediante bolsas y recipientes para el depósito de residuos sólidos en tierra.

Por todo ello, se puede inferir que la prohibición referida se excluirá cuando las conductas de remoción, poda, relleno, trasplante u otras más sean desarrolladas de forma tal que no se llegue a afectar la integralidad de los elementos señalados para la población de manglar, por lo que es importante recalcar las siguientes consideraciones:

- En el sitio del proyecto se desplantará la obra en las áreas desprovistas totalmente de vegetación de manglar.
- Será mantenida completamente toda la vegetación de manglar existente, por lo que no interrumpirá los flujos hidrológicos y no afectará la integralidad del flujo hidrológico del área; tampoco la integralidad del ecosistema y su zona de influencia.
- El proyecto mantendrá la productividad natural (primaria y secundaria) ya que no se alterará ninguna de sus vinculaciones o procesos, teniendo en consideración que se mantendrá la totalidad de la vegetación de humedal presente en el predio.
- Referente a integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos y de pesca comercial y deportivo-recreativo, esta no se modificara puesto que no se trata de un proyecto turístico, sin embargo, considerando que no se consumirán recursos y no se generaran residuos líquidos, no se desequilibrara la integridad funcional ni la productividad del ecosistema.
- De la integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, se puede mencionar que debido a la ubicación del predio que es en un biotopo y ecotono muy particular, no se tiene una presencia y abundancia de fauna silvestre terrestre o marina, por lo que esta área ha disminuido su capacidad para funcionar como sitio de anidación, reproducción y alimentación en ambos ambientes. Referente al alevinaje este puede verse notablemente incrementado debido a que se dará mantenimiento al mangle y que en la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

sombra que dará el muelle, será sitio de refugio de gran cantidad de especies ictiofaunísticas en el sitio.

- Respecto a la integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, el proyecto no afecta la integralidad de las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente y los corales debido a que no se perturbará en lo absoluto este tipo de vegetación, además de que en el sitio del proyecto no se cuenta con ríos, duna, zona marítima adyacente o corales.
- Finalmente, se prevé que no se provocaran cambios en las características y servicios ecológicos debido a que esta condición, al igual que las anteriores, no afectará la integralidad de ninguno de los procesos e interacciones en los que interviene la vegetación de humedal del sitio del proyecto.
- De igual manera, se pronostica que con el desarrollo del proyecto se asegura totalmente que se permitirá el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema ya que se insiste en que no se interferirá en ningún tipo de flujos marinos o lagunares donde se ubica el proyecto.

Considerando lo antes señalado, se hace hincapié en el hecho de que con el desarrollo del proyecto no se prevé afectaciones en la circulación subterránea del agua, al mar o a los cuerpos de agua intermitentes existentes en el sitio, puesto que las obras serán piloteadas totalmente en el área lagunar y no afectará en lo absoluto la integralidad de los elementos que permiten el desarrollo de la comunidad de manglar presente en el sitio.

Es por todo ello que se hacen las siguientes puntualizaciones:

- 1) Debido a la ubicación del predio del proyecto en un área diseñada para ello por las autoridades municipales (POEL, PPDU) y federales (LEGEEPA).
- 2) No se impactará el desarrollo y crecimiento de la vegetación de humedal costero contigua al predio.
- 3) Por la elaboración y entrega del presente estudio con el señalamiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación.
- 4) Por la construcción de las obras que se pretenden desarrollar, quedará la vegetación de manglar en completo estado natural.
- 5) Una acción de suma importancia, es que se propone la realización de un Programa mantenimiento de mangle con lo que el promovente coadyuvará decididamente con las autoridades en la protección y conservación de este tipo de vegetación, de tal manera que se ayude a incrementar los sitios de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, restaurando e incrementando con todo ello, las características y los servicios ecológicos del entorno del sistema ambiental de la región.

Por todo lo anteriormente señalado se puede inferir que la ejecución del proyecto cumple con esta Ley, toda vez que no alterará ni afectará las zonas cubiertas de humedales con manglar que se desarrolla en el sitio del mismo proyecto debido a que, como fue señalado previamente, no se realizará ninguna acción que afecte o impacte negativamente al manglar del sitio del proyecto; al contrario, se prevé que mediante estas acciones y considerando que el manglar de la región y de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

esta zona en particular fue severamente afectado por la acción de eventos naturales como lo fue el huracán Wilma (2005).

Además y como medida de mitigación se pondrá en marcha el Programa de Mantenimiento de manglar, se limpiara, se dará cuidado y se protegerá un área de tal manera que se incrementarán los sitios de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje (considerando que, como en otros casos, una gran cantidad de biota marina, fundamentalmente ictiofauna, busca refugio bajo la sombra que proyectan las estructuras, troncos, vegetación o embarcaciones); incrementando con todo ello, las características y los servicios ecológicos del sitio, ya que uno de los objetivos del presente proyecto es conservar las áreas de manglar y mejorar la ecología del sitio.

III.6. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

Para la zona de interés no se ha decretado ningún Programa de Desarrollo Urbano.

III.7. Autorizaciones municipales. Factibilidad de Uso y destino del suelo.

El proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* cuenta con la factibilidad de uso del suelo emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de Cozumel, de acuerdo con el expediente 2013, Oficio 13/073, firmado con fecha 01 de abril de 2013, Para lo cual se remite que el mismo es factible, siempre y cuando, se apegue a los criterios del POEL del municipio de Cozumel (**Anexo XII**).

CAPITULO IV

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

CONTENIDO

IV.1. Delimitación del área de estudio.....	2
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).....	13
IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA	23
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el CUS propuesto.	108
IV.5. Diagnóstico ambiental.....	134

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

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

IV.1. Delimitación del área de estudio.

Para la delimitación del área influencia del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se consideró la vinculación de los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Las cuales se deben relacionar con las cuestiones económicas puesto que de ello depende el logro de objetivos y el impulso que se requiere para detonar el desarrollo regional.

En este caso, se anticipa que se habrá de considerar como base principal para la delimitación del área la influencia del proyecto, la propuesta de zonificación establecida por los instrumentos de planeación como es el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel., el cuales además refiere los usos permitidos, prohibidos y condiciones de uso de suelo. Asimismo, se habrán de considerar los límites físicos existentes en la zona del proyecto, debido a que éstos constituyen los factores determinantes para acotar los alcances del mismo y que en este caso están representados por la existencia de vialidades en operación. Adicionalmente, se incluye un análisis muy breve de los componentes del sistema natural así como del medio físico, donde se consideraron las unidades naturales más representativas del área de estudio.

De acuerdo con lo anterior, la primera consideración indica que el sitio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto de interés corresponde con un conjunto de predios que se encuentran ubicados sobre el kilómetro 11+445.9 de Carretera Costera Sur de la Isla de Cozumel. No obstante, los inmuebles referidos quedan insertos en una amplia zona en donde aún se lleva a cabo el desarrollo de la vida natural, por lo que prevalece la cobertura de vegetación de selva baja subcaducifolia, de humedales y la duna costera. Aunque se debe señalar que existe fuerte presión para llevar a cabo el desarrollo de actividades productivas en vista del fortalecimiento que requiere el desarrollo de las actividades turísticas que son la principal base del desarrollo regional. En este sentido, a continuación se describen los componentes a través de los cuales se determinó la zona de influencia del proyecto.

a) Límites establecidos para el área de influencia de acuerdo a instrumentos de planeación.

- *De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET).*

Por su ubicación, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* quedará localizado dentro de una zona en donde el uso del suelo se encuentra regulado por el *Programa de Ordenamiento Ecológico Local de la Isla de Cozumel* (publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo, del 21 de octubre del 2008). Por lo que de manera precisa, el sitio es correspondiente con la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 4A, misma que corresponde con una zona que aún conserva gran parte de su riqueza natural. En lo que se refiere a la política ambiental y la vocación del uso del suelo, en la **Tabla 4.1** se señalan las actividades que están permitidas, además de aquellas que son incompatibles y que en ningún caso es recomendable llevar a cabo.

Tabla 4.1 Características de la Unidad de Gestión Ambiental A4, en la que se localiza el predio de interés	
Política Ambiental:	Aprovechamiento
Lineamientos:	Desarrollar de manera sustentables las actividades turísticas relacionadas con la hotelería e inmobiliario residencial

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.1 Ubicación de la UGA A4 en relación al Programa de Ordenamiento Local de la Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.1 Características de la Unidad de Gestión Ambiental A4, en la que se localiza el predio de interés	
UGA Aplicables:	A4
Uso predominante:	Turístico hotelero/Residencial turístico
Usos compatibles:	Ecoturismo
Usos condicionados:	UMAs
Usos incompatibles	Agropecuario, Minero, Urbano, Acuícola.

De manera complementaria, en la **Figura 4.1** se muestra la distribución espacial del sitio del proyecto en relación a la UGA A4 antes referida.

Tomando en consideración los usos que han sido asignados para la UGA A4 por el Programa de Ordenamiento, es evidente que la zona de interés es apta para llevar a cabo actividades Turístico hoteleras y Residencial turísticas, siempre y cuando éstas se realicen acordes a los criterios de la conservación de los recursos naturales.

De esta manera, se considera que la ubicación del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* puede ser del todo viable, ya que finalmente se habrán de respetar todos los criterios aplicables en especial el que refiere “*se permite la construcción de cuartos de hotel o su equivalencia (ver glosario) con una densidad máxima de 40 cuartos por hectárea, con un COS de 35%, y un CUS y altura máxima que varía de acuerdo a la ubicación del predio con respecto a la carretera perimetral y de la costa*”. De acuerdo con lo cual, el proyecto tan solo requiere del establecimiento de aquellas obras mínimas necesarias a través de las cuales se logren consolidar los objetivos que permitan consolidar un nuevo desarrollo turístico residencial y el cual habrá de requerir de una superficie 1.01 Ha y una total conjunta de 3.59 Ha (considerando todas las etapas del proyecto), lo que equivale a un C.O.S. de 34.6%.

Por otra parte y de acuerdo a estas consideraciones, se reconoce que el establecimiento del proyecto quedará circunscrito de manera específica a los límites propios de la UGA A4 antes citada y la cual es propia para el desarrollo de actividades turísticas. De esta manera, el proyecto no se puede extender más allá de las acotaciones referida a la UGA citada, dando como resultado que al mismo se le asigne un área de influencia de carácter local.

- *De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano.*

Para la zona donde se ubica el conjunto de predios de interés, no se ha decretado ningún Programa de Desarrollo Urbano. Por lo que no existe ningún tipo de regulación en cuanto a usos y destinos del territorio y a parámetros urbanos aplicables.

b) Límites físicos establecidos para el área de influencia del proyecto.

- Vías de comunicación y vialidades de acceso.

El conjunto de predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se encuentran ubicados en la zona suroeste de la Isla de Cozumel. De manera particular, toda esta zona se encuentra comunicada por 4 tramos carreteros:

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- a) El primero y más importante por el aforo vehicular que presenta es la actual Carretera Costera Sur, misma que cuenta con una sola carpeta asfáltica de 12 m de ancho y su correspondiente derecho de vía. Esta carretera corre paralela al costado este de los Lotes 46, 46-1, 46-2 y 46-3. Por lo que acota de manera evidente cualquier actividad que se pudiera realizar al interior de los inmuebles del proyecto.
- b) Además dentro del conjunto de predios queda inmersa una porción de la denominada Antigua Carretera Costera Sur, lo cual actualmente funciona como una vía de perímetro cerrado, de tránsito lento y como ciclista. Esta vialidad consta de 1 solo cuerpo asfáltico de 6 m de ancho y su derecho de vía correspondiente, además que tiene un recorrido limitado de aproximadamente 8 Km. (por lo que corre de manera paralela a la Carretera Costera Sur arriba citada desde el Km. 9 hasta el Km 17 de la misma). De esta manera, en su recorrido la Antigua Carretera Costera Sur divide a los inmuebles del proyecto, por lo que los Lotes 43 y 43-1 han quedado ubicados hacia su costado poniente y los Lotes 46, 46-1, 46-2 y 46-3 quedan ubicados hacia el costado oriente de la misma.
- c) De manera adicional y formando parte del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, al norte (dentro de los límites del inmueble 46) y al sur (dentro del inmueble 46-3), se han construido dos tramos carreteros que unen de manera directa a la Carretera Costera Sur con la Antigua Carretera Costera. Estos ramales alcanzan los 6 m de ancho y se encuentran totalmente asfaltados y su derecho de vía han sido totalmente reforestado.

De acuerdo con estas anotaciones, los inmuebles del proyecto prácticamente se encuentran rodeados de vías principales y secundarias de comunicación, por lo que se confirma que estas vialidades corresponden con un límite físico que acotará de manera definitiva el desarrollo de todas las actividades y hace prácticamente imposible la expansión del proyecto o afectación hacia propiedades aledañas.

En este sentido y dada las características de las obra citadas, se debe reconocer que para su establecimiento se han modificado de manera puntal algunos de los procesos naturales. Situación que ha contribuido en la reducción de la diversidad vegetal original (aunque sea de mínimas proporciones), a la vez que se ha favorecido la presencia de una vegetación ruderal donde predominan especies de escaso valor ecológico y cultural. Al respecto, se debe mencionar que estos eventos se justifican en el hecho de que la zona está programada para su uso con fines Turísticos, siempre en concordancia con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Isla de Cozumel.

Es por ello que para el establecimiento y operación de las vialidades incluidas dentro del proyecto, se ha contemplado la aplicación de criterios del desarrollo sustentable, es decir, se han promovido actividades de restauración de la flora nativa, la recuperación de espacios naturales y a futuro se llevará a cabo la adecuación de áreas verdes ajardinadas y con presencia de especies nativas, así como la aplicación de programas de conservación de la infraestructura por construir (**Foto 4.1**).



Foto 4.1 Vista de la recuperación de áreas verdes naturales sobre el ramal sur que une a la Carretera Costera Sur con la Antigua Carretera (ahora ciclista).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por otra parte, la presencia de vías de acceso a la zona principalmente la Carretera Costera Sur, pueden promover afectaciones en la distribución natural de la fauna silvestre, ya que la misma es una vía rápida de comunicación donde el límite de la velocidad está por arriba de los 80 Km/hr. Por lo que en muchas situaciones ésta vía se puede convertir en una barrera física difícil de salvar, sobre todo para aquellos organismos de tamaño pequeño y para aquellos de lento desplazamiento.

No obstante, los efectos se pueden ver minimizados ya que en este caso se considera que el grupo faunístico más importante está representado por las Aves, las cuales debido a sus hábitos voladores no se verán afectadas seriamente por este tipo de infraestructura. Asimismo, y para los organismos estrictamente terrestres la vialidad cuenta con drenajes que funcionan como paso de fauna silvestre. Ahora que dado que el proyecto únicamente contempla la ampliación de las instalaciones autorizadas para el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* hasta alcanzar una superficie de 3.59 Ha (se incluyen todas las etapas del proyecto), en una zona donde se requiere precisamente su incorporación al desarrollo turístico-residencial lo que incluye la creación de espacios verdes y ajardinados, así como la reducción en la cobertura de las superficies de asfalto y concreto.

De manera adicional, para el establecimiento de las vialidades se ha contribuido a la modificaciones puntual de la continuidad de la naturaleza edafológica de la zona, ya que a pesar de ser una infraestructura mínima necesaria para la comunicación terrestre entre las localidades ubicadas al sur de la Isla, debido a las labores de despalme, relleno y nivelación, se ha transformado de manera puntual las condiciones del suelo típico de la zona y que consiste en capas de Leptosol lítico, sobre las que se han adicionado capas de material de banco y carpetas asfálticas modificando de manera evidente el entorno natural.



Foto 4.2 Vista de la Carretera Costera Sur con gran aforo vehicular aun en horas de la noche.

Es por ello que en el sentido más general, las obras existentes se consideran como el inicio de la fragmentación del hábitat y los ecosistemas de la zona, a la vez que son puntos desde donde se generan ruidos y presencia humana durante las 24 horas del día (**Foto 4.2**).

En este sentido, se considera que las vialidades de acceso existentes son un límite físico para el desarrollo del proyecto y lo acota de manera por demás evidente a su propia poligonal. Razón por la cual ante esta situación, se puede considerar que el proyecto habrá de tener un área de influencia de tipo local.

c) Límites de acuerdo al Sistema Natural.

En la zona de interés, la estructura del sistema natural está dada por la presencia de varias unidades geomorfológicas las cuales repercuten en el cambio en el paisaje preponderante y los ecosistemas. En este caso y de acuerdo con los estudios de caracterización del POEL del municipio de Cozumel (2007), en la zona se manifiesta un topografía ligeramente inclinada desde la porción central de la Isla hasta alcanza el mar Caribe, por lo que se presentan a manera de franjas las unidades: llanura con selva mediana subperennifolia; seguida de una planicie ligeramente inclinada o de transición; la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

quedara bordeada por el cordón arenoso de la zona litoral, aunque este mismo se puede extender hacia el fondo marino arenoso con bancos rocosos calcáreos (**Figura 4.2**).

De esta manera, se ha planteado que el proyecto quede ubicado hacia la planicie inclinada (Condominios) y en la zona del cordón arenoso (Club de playa y Centro de buceo). Por lo que en este caso, se debe citar que de alguna manera se comienza a manifestar en la zona cierta fragmentación en los ecosistemas, aunque la misma se compensa debido al gran beneficio socioeconómico que se devenga y debido a que de manera adecuada se vienen aplicando medidas de mitigación y compensación derivadas de los proyecto de inversión que se han establecido en la zona.

De esta manera, el desarrollo de las actividades turísticas hacia la zona sur de la Isla de Cozumel, se ha ido llevando a cabo de manera paulatina, por los que en realidad los desarrollo turísticos se han establecido mayormente de manera muy cercana de la línea de costa, por lo que estos consisten en pequeños manchones donde se ha modificado el terreno y han quedado inmersos dentro de amplias franjas donde aún prevalece la vegetación natural. Además y de acuerdo a la legislación ambiental, el terreno se destina a los distintos usos permitidos como son áreas comerciales, de servicios, hoteleras, deportivas, etc. Desde luego que las mayores afectaciones se observan hacia el sur de los inmuebles de interés que es donde se han establecido mayormente los desarrollos turísticos ya que han aprovechado las bondades de la naturaleza a existir amplias zona de playa arenosa aledañas a litoral con el mar Caribe.

Por lo anterior, se considera que el ecosistema dominante en la región es selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Esta vegetación presenta una dominancia de especies de baja altura por lo que se ubica entre los 6-12 m. Para esta vegetación, se reporta un origen secundario el cual se puede referir al último evento hidrometeorológico acaecido en la región, mismo que data del año 2005 y que corresponde con la manifestación del huracán Wilma que alcanzó la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson (**Foto 4.3**).

De acuerdo con los registros este fenómeno afectó seriamente las comunidades costeras y al interior de la Isla, aunque actualmente gran

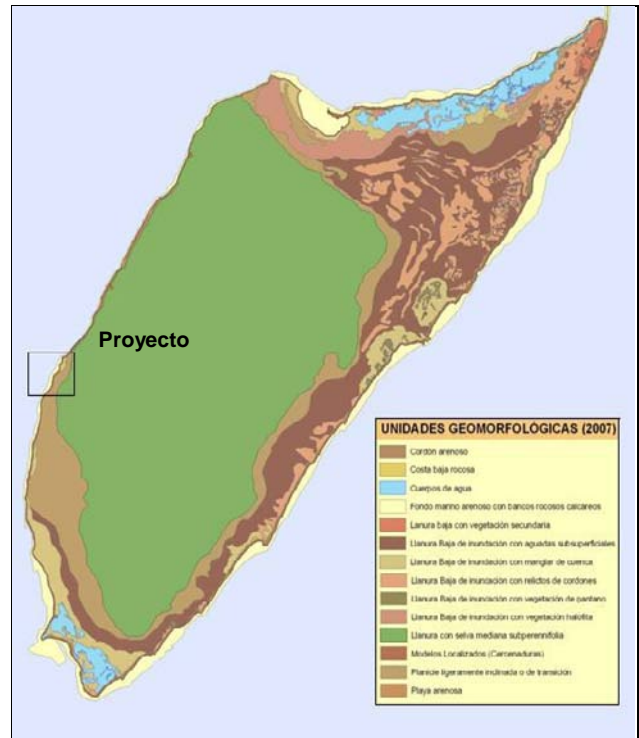


Figura 4.2 Ubicación de los inmuebles del proyecto en una zona con una topografía ligeramente inclinada hacia el este.



Foto 4.3 Efectos del huracán Wilma (2005) en la vegetación de selva mediana en la Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

parte de las mismas han asimilado dicho evento, aunque resulta evidente la ausencia de especies arbóreas realmente corpulentas. Además de que se manifiesta gran abundancia de elementos de tallas bajas en el sotobosque y la presencia de cierta abundancia de especies herbáceas y trepadoras.

Asimismo y hacia la zona litoral, se pueden presentar amplios espacios cubiertos de humedales los cuales pueden integrar elementos de manglar en su estructura y composición. Mientras que hacia la zona más cercana a la rompiente de la marea, habrá de predominar la vegetación de duna costera la cual suele ser de 2 tipos, la típica playa arenosa donde se da la dominancia de especies de herbáceas y arbustivas, o bien, la costa rocosa donde se manifiestan macizos de roca calcárea expuestos los cuales se encuentran agresivamente erosionada por el embate del oleaje y as corrientes marinas, lo que da forma a puntas, crestas, salientes, etc.

De acuerdo a lo antes expuesto, en la **Foto 4.4** se esquematizan los rasgos más relevantes que se pueden encontrar en la zona de interés.



Foto 4.4 Esquematización de la ubicación del sistema natural en la zona del proyecto
Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.

En este sentido, se considera que a través de los ecosistemas que se distribuyen hacia los alrededores de los inmuebles de interés, aún prevalece su cobertura natural y aunque existen vialidades que datan desde hace más de 20 años (algunas de las cuales se han convertido en vías rápidas y con gran aforo vehicular aun en altas horas de la noche, ya que en su recorrido se ubica la zona turística más importante del sur de la ciudad y algunos desarrollos turísticos), todavía se puede considerar la existencia de una distribución natural de los ecosistemas de selva, humedales y la duna costera, donde se ha modificado de manera mínima su estructura y función.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Para el caso del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* y dentro de los inmuebles de interés, se manifiesta la presencia de todos los ambientes antes referidos, por lo que los elementos del proyecto se habrán de establecer hacia la zona cubierta con vegetación de selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario y sobre la costa rocosa, minimizando la superficie de aprovechamiento de acuerdo a los parámetros que indica el POEL del municipio de Cozumel. Por lo que en todos los casos, se habrá de respetar de manera íntegra las áreas cubiertas de humedales. Es por ello que al considerar este tipo de eventos, se sigue manteniendo que el proyecto tendrá un área de influencia Local.

De manera adicional y tomando en consideración nuevamente la naturaleza del proyecto, se manifiesta un nuevo límite en su área de influencia, mismo que está dado por la presencia del mar Caribe hacia el costado Oeste. En este sentido, se debe considerar que la actividad primordial del proyecto es la oferta de espacios de servicios y habitacionales, los cuales de manera definitiva no se puede realizar dentro de la zona marina, resultando en este caso que la zona marina sea un límite físico importante para el desarrollo de algunas de las actividades que se propone.

En todo caso, el proyecto propone la construcción de un Centro de Buceo, mismo que contempla la implementación de un embarcadero rústico de madera, el cual cubrirá una superficie de 312 m² (52.0 m² en la ZOFEMAT y 260.0 m² dentro de la zona marina). Por lo que en este caso, su desplante habrá de corresponder con una zona donde se manifiesta una baja diversidad de organismos bentónicos, además de que con esta obra se trata precisamente de evitar la alteración del fondo marino. Por otra parte, se deberá considerar que las edificaciones a realizar y los materiales que se emplearán no son factores de alteración, ni generación de subproductos que pudieran generar la modificación de la calidad de agua, suelo y subsuelo. Además, se debe considerar que no existen ríos o corrientes superficiales que acarren desechos o materiales contaminantes hacia la zona marina.

Adicionalmente y dada la naturaleza del proyecto, se habrán de aplicar todas las medidas de mitigación y corrección que se requieran para minimizar aún más cualquier factor que altere los ecosistemas de la región. Además durante la operación del proyecto se contará con los señalamientos preventivos y restrictivos que demanda la Dirección de Tránsito Municipal, la ZOFEMAT y el Parque Marino Arrecifes de Cozumel. De esta manera, se considera nuevamente la existencia de un área de influencia local en el desarrollo del proyecto.

d) Límites de acuerdo al Sistema socioeconómico.

En la delimitación del área de influencia del proyecto, también se debe considerar el sistema social. De esta manera, se debe precisar que el proyecto está diseñado exclusivamente para la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*. En este sentido, se considera nuevamente que por este factor se tendrá un área de influencia local, ya que los distintos componentes del proyecto no se pueden extender a otras poblaciones y comunidades establecidas a lo largo de la Isla de Cozumel y mucho menos hacia la porción municipal que se extiende hacia la zona continental.

Con respecto a los requerimientos de mano de obra y maquinaria, en el municipio de Cozumel es posible la contratación de todo tipo de personal, por lo que el proyecto no generará procesos migratorios adicionales a los que ya existen en la región; dentro de este ámbito se continúa manifestando un área de influencia local.

Por otra parte, en el único aspecto que el proyecto habrá de tener un área de influencia regional y/o nacional, consiste en el aspecto económico, ya que gran parte de las actividades de planeación así

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

como algunos de los materiales que se requieren para el establecimiento de la obra es posible que sean adquiridos en localidades distantes como es la ciudad de Cancún, o Mérida (en el vecino estado de Yucatán). Además y en lo referente a los recursos económicos para liquidar el costo de la obra, seguramente se deberá gestionar antes organismos financieros, cuyas casas matrices y de toma de decisiones en muchos de los casos se ubican en el Centro de la República, e inclusive, puede haber algún tipo de componente en el ámbito internacional.

e) Delimitación del Sistema Ambiental (SA) del proyecto.

Tomando en consideración las particularidades del entorno natural donde se habrá de desarrollar el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* y con base en sus características, objetivos, metas, alcances de dicho proyecto, se hace necesario delimitar un **Sistema Ambiental (SA)**. Este se debe entender como una zona donde habrán de interactuar las actividades constructivas con el medio natural y que se extiende más allá de los límites establecidos para el conjunto de predios que han sido identificados como Lote 43, Lote 43-1, Lotes 46, Lote 46-1, Lote 46-2 y Lote 46-3.

En este caso, la presencia de un sistema complejo habrá de implicar una gama mucho mayor de posibles impactos ambientales e inclusive la posibilidad de generar aquellos de carácter irreversible con el consecuente deterioro y pérdida irremediable de los recursos naturales. Por lo contrario, si se considera (como es el caso) que existe una continuidad y uniformidad en las características de los ecosistemas, se pueden esperar impactos de mucha menor cuantía y si se considera además que se habrán de aplicar importantes medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental se podrá reducir al mínimo sino es que nula la posibilidad de causar algún desequilibrio ecológico. De esta manera se garantiza que el proyecto será compatible con el entorno natural ocasionando el menor impacto posible.

Como apoyo para la delimitación del Sistema Ambiental (SA), se recurrió al uso de imágenes satelitales y sistemas de información geográfica, los cuales permitieron ubicar, delimitar y geoposicionar el área denominada sistema ambiental del proyecto. De esta manera y con base en lo antes mencionado se determinó que dicho Sistema sea íntegro por una superficie de 59.96 Ha que se extiende a hacia los distintos puntos cardinales y dentro de los cuales se mantienen el mismo patrón de vegetación, uso de suelo así como la existencia de infraestructura carretera y de actividades productivas. Además es importante referir que dicha superficie ha quedado ubicada dentro de la misma Unidad de Gestión Ambiental (UGA) A4, del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel, ya que se debe considerar precisamente continuidad y uniformidad. En este caso, en las UGA colindantes se distribuyen ecosistemas que no existen en el conjunto de predios como sería la vegetación de selva mediana subperennifolia hacia la UGA P1 ubicada al oriente del conjunto de predios); o bien, la presencia de humedales con manglares bien constituidos y dominantes (UGA A4a) ubicado al norte.

En este caso y como se ha referido, la selección y delimitación de esta superficie cumple con los criterios utilizados para delimitar el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, ya que se trata de una poligonal definida en base a las similitudes de los ecosistemas inmersos en ella y a la zonificación establecida por un programa de ordenamiento ecológico territorial, por lo que aplican usos de suelo específicos a su problemática, con criterios ecológicos tendientes al aprovechamiento sustentable del área así como a la protección y conservación de los recursos naturales existentes. De esta manera, el Sistema Ambiental para el proyecto se ubica dentro de una poligonal cuyas coordenadas se expresan en la **Tabla 4.2**. Además se debe referir que se ha incluido una franja que se extiende hacia la zona marina, ya que el proyecto incluye la construcción de un embarcadero rústico de madera.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.3

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

VERTICES	X	Y
1	499,808.980	2'258.537.869
2	499,493.318	2'257.884.339
3	498,822.340	2'258.042.963
4	498,858.824	2'258.361.796
5	498,717.649	2'258.469.661
6	498,947.653	2'258.698.079
7	499,020.620	2'258.550.559
8	499196.692	2258761.528

Asimismo en la **Figura 4.3** se muestra su distribución física, lo que corresponde con la zona suroeste de la Isla d Cozumel.

e) Argumentos y criterios utilizados para su delimitación.

En concordancia con lo anterior, los argumentos y criterios que se tomaron en consideración para la delimitación del área de influencia son lo que se mencionan a continuación:

- El conjunto de predios donde se desea llevar a cabo la construcción del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se localiza en la zona sur de la Isla de Cozumel, Quintana Roo.
- De acuerdo al programa de Gobierno 2011-2016, se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo de las poblaciones y actividades turísticas del municipio de Cozumel y del resto del estado de Quintana Roo, lo cual se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los viajeros y habitantes de la entidad.
- Que el crecimiento de las zonas dedicadas a la industria turística en la Isla Cozumel está regido por el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Isla, mismo que contempla que en la propiedad donde se desea efectuar la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* aplica un uso de suelo propio para sitio considerado como prioritario para el desarrollo de actividades Turístico hoteleras y Turístico residenciales.
- El proyecto no requiere de la construcción de vialidades de acceso, ya que el conjunto de inmuebles se encuentra rodeado por vialidades (carreteras) en fase de operación.
- Que la promovente del proyecto manifiesta que el conjunto de predios con el que se cuenta para realizar la edificación de la obra señalada, es el que se acredita en el presente Documento Técnico Unificado y que cuentan con una superficie total de 103,713.91² (10.37 Ha).
- Que el área donde se habrán de establecer los nuevos elementos del proyecto incluye una superficie 1.01 Ha (adicionales a las 2.58 Ha autorizadas para las primeras etapas del proyecto), espacio suficiente para el desarrollo del proyecto, en donde se efectuará la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*. No obstante, en ambos casos se cumple con los parámetros de COS y CUS decretado para la zona de interés.
- Que el ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirán la obra, comprende un área en donde un prevalece el desarrollo de la vida natural, por lo que el 90% de la superficie está cubierta de vegetación natural de selva baja subcaducifolia. Además de que no se afectará ningún espacios donde prevalezcan humedales con manglar
- Que la zona se encuentra ubicada de manera aledaña al Parque Marino Arrecifes de Cozumel, Área Natural Protegida que ha sido decretada por la SEMARNAT y por el Gobierno del estado de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Quintana Roo. No obstante, se cumple con la normatividad establecida en el Programa de Manejo de la misma, ya que el mismo permite para la zona del proyecto el Uso intensivo.

- Que se requiere fomentar la dotación de infraestructura y servicios dentro del municipio de Cozumel, para la consolidación de las actividades productivas en el estado de Quintana Roo.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

De acuerdo con el INEGI (2005), la zona donde se desea ubicar el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* se ubica dentro de la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (Quintana Roo). A su vez esta última se subdivide en 6 Subcuencas, correspondiendo a la zona de interés la que se denomina bajo la clave “f”, lo que físicamente corresponde con el 100% de la superficie que ocupa la Isla de Cozumel. En este sentido y no obstante que Cozumel es una Isla y que está situada a aproximadamente 14 Km de la zona continental, todo su territorio se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-32 Yucatán Norte (Yucatán), integrándose de manera efectiva a la zona norte del estado de Quintana Roo, por lo tanto, comparte los mismos rasgos fisiográficos, geológicos, edafológicos, etc. Por lo anterior y de acuerdo con Carrillo Fajardo (2011), probablemente el origen de la Isla corresponde a un desprendimiento del margen oriental de la Península durante la formación temprana de la cuenca de Yucatán, lo que pudiera corresponder con el Mesozoico Tardío y el Cenozoico Temprano.

En este sentido y en cuanto a las características de la subcuenca “f” y del propio territorio municipal de Cozumel, se tiene que éste se ubica en la costa noreste de la península de Yucarán y en el norte del estado de Quintana Roo, entre la coordenadas extremas que corresponden con los paralelos 20° 36’ y 20° 16’ de Latitud Norte y entre los meridianos 86° 44’ y 87° 20’ de Longitud Oeste, con una altura máxima de 25 msnm.

Desde el punto de vista fisiográfico y de acuerdo con INEGI (2005), toda esta área geográfica se encuentra ubicada dentro de la región denominada Península de Yucatán y dentro de la subprovincia Carso Yucateco, la cual se extiende desde la zona continental en donde integra una franja con una amplitud aproximada de 80 Km la cual inicia desde la zona centro-sur de la Entidad quedando incluida también el extremo noreste de la Entidad lo cual corresponde con Cabo Caroché.

De esta manera, el Carso Yucateco corresponde con una losa de origen calcáreo, cuya topografía se caracteriza por mantener una ligera pendiente descendente hacia el oriente y hacia el norte hasta alcanzar el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; conformada con elevaciones máximas de 25 msnm en su parte suroeste; misma condición que prevalece a lo largo de la Isla de Cozumel. Dada la solubilidad de las rocas calcáreas, en esta subprovincia son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial, por lo que el agua que se precipita se percola a través de las fisuras de la roca y en algunos puntos específicos donde contribuye a la recarga del acuífero e incluso puede llegar a formar ríos subterráneos.

Como sucede en la zona continental, hacia la porción litoral de la Isla son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones, espolones; así como, lagunas pantanosas intercomunicadas al mar por canales o bocanas y extensas zonas de inundación con abundante concentración de comunidades asociadas al manglar. Dentro de esta unidad se incluyen también el resto de las zonas insulares de la entidad como son las islas Contoy y Mujeres, todas ellas consideradas como zonas de lomeríos bajos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo a sus características particulares, a través de toda la superficie de la subcuenca “f” se presenta un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano. La temperatura promedio se mantiene entre los 26-27 °C y se presenta marcada sequía en la mitad caliente del año (canícula), en donde la curva calurosa asciende a partir de los meses de abril y mayo, registrando temperaturas entre 26 °C y 33 °C. El máximo de días soleados se alcanza en los meses de marzo y abril con 25 días en promedio.

Además, resulta elemental señalar que a través del Subcuenca “f” los vientos dominantes son vitales y corresponden con aquellos que se denominan Alisios. Los cuales manifiestan una dirección este-sureste y cuya velocidad promedio debido a los efectos de las altas presiones tropicales en la primera parte del año es de alrededor de los 6 m/seg. Asimismo, durante el otoño e invierno los vientos pueden cambiar de dirección y velocidad, por lo que estos se desplazan desde el norte y noreste, llegando a alcanzar desplazamientos promedio de 7.5 m/seg.

Por otra parte, Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos hidrometeorológicos que tienen su formación ya sea en las aguas del mar Caribe, o bien, desde las inmensidades del océano Atlántico; dadas las dimensiones que llegan a alcanzar estos fenómenos son imposibles de evitar. La temporada de tormentas tropicales y los huracanes se presenta entre los meses de julio a noviembre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos. Los huracanes contribuyen a la reducción de las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran las bocanas de los cuerpos lagunares que tienen comunicación entre el mar y los humedales. Desde luego que Gilberto (1988) y Wilma 2005 son reconocidos como los fenómenos más destructivos que han afectado a la región.

La presencia de fenómenos hidrometeorológicos en la región es de gran importancia, ya que el litoral dentro de la Subcuenca “f” es el centro de una intensa actividad turística. Su belleza paisajística ha sido clave para el desarrollo del destino que se reconoce actualmente como el más importante de México y la cuenca del Caribe. Sin embargo, recientemente, es muy notorio el avance del mar hacia la porción terrestre de hecho esto se ha convertido en un fuerte problema para los desarrollos turísticos cercanos a la línea de costa que ven disminuida el área de playa que se ofrece a los visitantes. Este es un factor de suma importancia en los aspectos de diseño y toma de decisiones para el desarrollo de las zonas costeras.

Dentro de la Subcuenca “f”, el sustrato está conformado por estratos de roca caliza, los cuales presentan alta capacidad de infiltración de agua, lo que se puede ver acentuado debido a la fragmentación natural de los estratos rocosos y la naturaleza cárstica propia de este tipo de formación geológica. Asimismo y debido a la poca pendiente que manifiesta el perfil topográfico que caracteriza el terreno, se considera que alrededor del 80% de la precipitación pluvial contribuye directamente a la recarga del manto freático. En este caso, el nivel freático en toda esta zona es menor a 5 m que es la condición que prevalece en una franja de 50 km. a partir de la costa en toda la zona norte de Quintana Roo. De esa forma, la recarga del acuífero tiene lugar durante los meses de mayo a diciembre, lo cual se ha referido coincide con las lluvias de mayor intensidad que se presentan en la entidad.

En concordancia con lo anterior, la Isla de Cozumel está constituida por sedimentos y rocas sedimentarias calcáreas de origen marino que datan del Terciario y Cuaternario o Reciente. Las rocas más antiguas son calizas y dolomías muy compactas con estratificación delgada de la Formación Cozumel, del Oligoceno, depositadas en un ambiente marino de baja energía; estas rocas no muestran evidencias de disolución y se encuentran saturadas de agua salada. En el Mioceno Superior y a principios del Plioceno, producto de la actividad tectónica, se originaron las fallas normales que se observan en las costas oriental y occidental de la isla; esta inestabilidad provocó el levantamiento de la isla; durante el Plioceno Inferior, se depositó la Formación

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

Chancanab, conformada por lodolita arenosa, con carsticidad en su parte superior, en la que se han identificado fósiles que le atribuyen esta edad. Durante el Plioceno Medio se depositó en un ambiente lagunar y posteriormente en una zona cercana a la costa la Formación Abrigo, que aflora en la mayor parte de la isla y está constituida por calcarenita y arenisca calcárea. Durante el Plioceno Superior se depositó la Formación Mirador, conformada por un conjunto de rocas calizas y areniscas muy consolidadas y compactas, que aflora en los bordes norte, sur y oriente de la isla.

En el Pleistoceno se produjo un movimiento emergente, por lo que las formaciones descritas fueron expuestas a los agentes del intemperismo y erosión, se produjo la infiltración del agua de lluvia en los conductos de disolución y fracturas, desplazando así al agua salada que contenían. Para este tiempo es probable que la Formación Mirador se erosionara, y por lo tanto, quedarán expuestas la Formación Abrigo y muy localmente la Formación Chancanab.

Las unidades más recientes corresponden al Cuaternario, conformadas por dunas constituidas por calcarenitas sueltas de grano medio y fino, formadas por fragmentos de conchas y otros organismos y clastos de arena y gravillas calcáreas de color blanco; así como depósitos de pantano en las zonas inundadas por aguas salobres, donde se presenta material característico de los manglares, estos sedimentos tienen reducido espesor y consisten de limos y humus derivados de la vegetación.

La Isla constituye la parte emergida de un pilar estructural, limitado por dos grandes fallas normales paralelas al litoral oriental de la Península. Los elementos estructurales que conforman la Isla de Cozumel son el anticlinal de Cozumel, la falla normal occidental y la falla normal oriental. El anticlinal Cozumel presenta una orientación preferencial Norte-Sur, con ligera variación en la porción norte hacia el noreste sureste. En los bordes oriental y occidental se localizan fallas normales que propiciaron la formación de un pilar tectónico que al ir emergiendo dio origen a la Isla.

En la isla se presenta una topografía de tipo cárstica, que produce la infiltración del agua pluvial provocando el colapso de techos de cavernas y formando depresiones pedregosas conocidas como dolinas o cenotes. En Cozumel tanto los cenotes como las dolinas son de tamaño pequeño. En el área cercana a Punta Sur existen varios cenotes y dolinas en la selva inmediatamente al norte de la laguna de Colombia, así como una pequeña meseta calcárea en Punta Celarain.

El acuífero Isla de Cozumel, está formado por las rocas carbonatadas como calizas fosilíferas, calcarenitas y areniscas calcáreas de las Formaciones Chancanab y Abrigo. La primera de ellas, con un espesor medio de 20 m, constituye la porción inferior del acuífero y prácticamente no está expuesta; la Formación Abrigo, con espesor promedio de 9 m, aloja la parte superior del acuífero y aflora en la mayor parte de la isla. En las fajas costeras norte, oriental y sur de la misma, el acuífero está cubierto por las calizas de la Formación Mirador y localmente por sedimentos del Reciente.

Se trata de un acuífero libre, insular, cárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas, debido a la abundancia e irregular distribución espacial de las oquedades y conductos de disolución formados por el ataque químico del agua sobre las rocas carbonatadas. Se recarga por la infiltración directa del agua de lluvia. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de 14 a 28 m, encontrándose el máximo valor hacia el centro de la isla.

El agua subterránea es la única fuente de abastecimiento para todos los usos en la Isla de Cozumel, y está destinada principalmente al abastecimiento público urbano. Los pozos que se destinan para uso público urbano se localizan en la parte central de la isla en donde el espesor de agua dulce es mayor. El crecimiento demográfico de la isla y la cada vez mayor afluencia del turismo, han incrementado considerablemente la demanda de agua potable. En el acuífero existen 486 captaciones de agua subterránea, de ellas 264 se destinan al uso público urbano, 59 se utilizan en

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

servicios, 21 se destinan al uso industrial, 130 captaciones a uso agrícola, 2 al uso doméstico y 9 al abrevadero.

El volumen de extracción total asciende a 8.2 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales el 62.5 por ciento se destina al uso público urbano, 24.1 por ciento a servicios, 13.3 por ciento al uso industrial, y a pesar del número de captaciones destinadas a los usos agrícola, doméstico y abrevadero, sólo el 0.1 por ciento del agua subterránea extraída se destina a estos tres usos.

De acuerdo a sus características fisicoquímicas, la calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca "f" es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas. No obstante, a la fecha el único tratamiento que se da para consumo humano es su desinfección a través de la aplicación de cloro. Aunque en los últimos años se ha propiciado el consumo de agua purificada que se comercializa a través de empresas privadas.

En cuanto a la hidrología superficial, la Subcuenca "f" (como el resto de los municipios del norte y centro de Quintana Roo) se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales. Además de que dentro de la geografía municipal únicamente existen pequeños cuerpos de agua superficiales y de escasa importancia.

El suelo a través de la mayor parte de la Subcuenca "f" es tipo Leptosol lítico con Leptosol réndzico, sobre el cual se desarrolla la vegetación de selva mediana subperennifolia y la selva baja subcaducifolia. Hacia la zona litoral estos se integran por el tipo Regosol calcárico que se constituye de materiales de arrastre constituidos por arenas finas y gruesa, restos de moluscos y fragmentos de corales. Sobre los cuales se distribuye la vegetación de duna costera, la cual constituye de pequeñas herbáceas y arbustivas de características halófilas. Por su parte, las zonas de humedales se cubren de suelos de tipo Gleysol, que son de tipo salino, muy profundos y anegadizos durante todas las épocas del año, por lo que en ellos se manifiesta la vegetación de manglar.

Es importante destacar que en la Subcuenca "f" existen pocas posibilidades de explotación extensiva de los suelos, ya que estos son raquíuticos y poco desarrollados producto de la naturaleza reciente de los estratos geológicos, mismo que datan del Cenozoico y del Cuaternario. A estos eventos se debe suma una estacionalidad en la precipitación y que se concentra a los meses de verano. Lo anterior genera poco potencial agrológico tanto en superficie como en calidad. De esta forma, los suelos son poco profundos y poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.

Acordes con los estratos geológicos y tipos de suelo que se manifiestan en la región, la vegetación de la Subcuenca "f", presenta a manera de un mosaico de comunidades vegetales que corresponden a un conjunto de condiciones climáticas, geomorfológicas, edáficas y antropogénicas. De esta forma, a lo largo de la cuenca y en la franja costera se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia el perfil topográfico se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas. En este sentido y siguiendo la dirección este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca es el siguiente:

- *La Duna costera.* Esta vegetación en general se encuentra en las zonas de playa y a lo largo del litoral costero. Esta franja es correspondiente con las arenas de litoral transportadas y depositadas por las aguas del mar Caribe. Las dunas se encuentran distribuidas a manera de franjas de entre 30 y 200 m de ancho (**Foto 4.5**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Asimismo, dentro de esta vegetación se pueden observar varios tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo al tipo de sustrato y a la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas dispersas. Por lo que en una primera franja se integra un sustrato arenoso y con dominancia de herbáceas de muy bajas dimensiones y, la segunda, se asocia a matorrales a veces muy densos con dominancia de especies leñosas. Asimismo, en algunas localidades se manifiesta la costa rocosa donde el sustrato corresponde de manera directa con la roca calcárea (**Foto 4.6**).



Foto 4.5 Vista de la duna costera con vegetación de baja altura y sustrato arenoso.



Foto 4.6 La costa rocosa con influencia directa de las corrientes del mar

La duna costera se distribuye sobre formaciones geológicas que datan del reciente, en donde los suelos son de tipo Regosol calcárico y para la Isla de Cozumel se mantienen una precipitación de los orden de los 1,500 mm anuales.

- **Los Humedales.** Son comunidades que integran una segunda franja y, por lo general, se ubican de manera aledaña a vegetación de duna; aunque es frecuente que se manifiesta de manera discontinua. En algunas localidades puede alcanzar entre los 100-1,000 m de amplitud. Dentro de esta asociación, por lo general se presenta una dominancia de manglares con sus diferentes especies y alturas (**Foto 4.7 y 4.8**).



Foto 4.7 Los humedales con manglar en las zonas bajas sujetas inundación temporal y permanente.



Foto 4.8 Vegetación graminoide densa que cubre las zonas bajas de inundación.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Además se pueden presentar espacios con mayor dominancia de especies de herbáceas como el tule (*Typha dominguensis*) o la saiba (*Cladium jamaicense*), formando una vegetación de aspecto graminoide que se desarrollan a manera de mosaicos en el que en ocasiones es difícil diferenciar una comunidad de otra, dada la gran mezcla de elementos que lo constituyen. Los humedales se distribuyen sobre un estrato geológico que data de Cuaternario o Reciente, en depresiones donde los suelos son de tipo Gleysol y las precipitación se mantienen dentro del rango de la isoyeta de los 1500 mm.

- **Lagunas costeras.** Los cuerpos de agua permanentes ubicados a lo largo de la subcuenca “f” son pocos y en todo caso este concepto corresponde con aquellas lagunas que se encuentran en las inmediaciones de la costa, por lo que el agua que contienen es de tipo salobre. La fuente principal de agua corresponde con la lluvia que se precipita y que en la Isla de Cozumel se alcanzan valores de hasta 1500 mm. Además de algunos borbollones que pueden emerger a través de ríos subterráneos y cenotes (**Foto 4.9 y 4.10**).

Ante esta perspectiva, las lagunas costeras suelen permanecer completamente deshidratadas durante los meses de estiaje y en donde la precipitación suele decaer por abajo de los 30 mm en promedio mensual.



Foto 4.9 Laguna costera cuyos bordes se cubren de vegetación de mangar.



Foto 4.10 Pequeños cuerpos de aguas salobre integran las lagunas costeras.

- **Selva.** En general la selva cubre todas las zonas altas y no sujetas a periodos de inundación y en donde la naturaleza geológica data de Cenozoico y se manifiestan suelos más evolucionados (Leptosoles). De hecho se le considera como la vegetación típica que se distribuye hacia el interior de la zona insular. En la actualidad y debido a las actividades humanas y naturales, presenta cierto grado de disturbio. Además de que grandes manchones han desaparecido debido a los numerosos asentamientos humanos y las actividades agropecuarias como la milpa tradicional y la ganadería.

En lo particular para la Subcuenca “f”, esta vegetación se caracteriza por ser una comunidad muy densa, con especies abundancia de especies arbóreas y bejucos, con alturas que van desde los 4 a 10 m para la selva baja, así como de los 8 a los 14 m en la selva mediana (**Foto 4.11 y 4.12**).

Como se ha referido, la vegetación de la Subcuenca “f” se modifica dependiendo de la distancia con la zona costera, siendo en todo caso la selva con sus distintas variantes (acahuales, selvas bajas, medianas, etc.) la vegetación más característica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.11 La selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria predomina en la región y se caracteriza por la presencia de individuos de baja talla.



Foto 4.12 Vista del sotobosque de la selva baja con abundancia de árboles corpulentos, de regular altura y con un estrato arbustivo denso.

De los 93 especies de reptiles reportados para la Península (Calderón *et al*, 2004) se considera que solamente 31 especies se distribuyen en la Isla de Cozumel, de las cuales, 13 están en alguna categoría de riesgo. Además, González-Baca (2006) reporta dos especies de serpientes que no habían sido registradas para la isla *Dryadophis melanolomus* y *Tantilla moesta*. Una especie de lagartija (*Aspidoscelis cozumela*) es endémica de Cozumel y tiene la característica de que todos los individuos son hembras que se reproducen por partenogénesis. Además, hay tres especies endémicas de la península de Yucatán.

Las tortugas marinas también están representadas en la región y corresponden con el grupo más específico, por lo que se ha documentado la distribución de *Caretta*, la *Chelonia mydas* y la *Eretmochelys imbricata*. La distribución de estas especies está limitada por las adaptaciones que presentan al medio acuático. Otras especies como la *Boa constrictor* (boa) y *Ctenosaura similis* (garrobo), se distribuyen ampliamente en esta región llegándose a encontrar inclusive en zonas urbanas. Además ambas se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso de las Aves, hay reportadas para esta región 224 especies, de las cuales la fragata (*Fregata magnificens*), los charranes (*Sterna maxima*), los pelícanos (*Pelecanus occidentalis* y *S. antillarum*), están asociados a un solo tipo de hábitat debido a sus características físicas y biológicas, por lo que son directamente afectados por los cambios en su entorno. En la playa arenosa, se encuentra el *Calidris alba* que es una especie migratoria; en el potrero inundable habita *Anas discors* que también es un Ave de hábitos migratorios y a la golondrina marina negra (*Chlidonias niger*), mientras que en la selva baja se observan la mascarita *Geothlypis nelson* y *Setophaga ruticilla* y en los acahuales *Granatellus sallaei* este último tipo de vegetación presenta un gran número de especies que ahí se pueden encontrar.

En los humedales, se encuentran asociadas cuatro de las nueve especies de garzas registradas para la región: *Butorides striatus*, *Egretta rufescens*, *Egretta tricolor* y *Nictigorax violacea*. Las otras especies asociadas a este ambiente son el ibis blanco (*Eudocimus albus*), la espátula rosada (*Ajaia ajaja*), el flamenco (*Phoenicopterus ruber*), la aguillilla caracolera (*Rosthramus sociabilis*), el charrán de las Antillas (*Sterna antillarum*); las especies anteriores se encuentran ligadas a este tipo de vegetación por que muestran una forma específica de encontrar u obtener ahí su alimento en el manglar.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.13 Lagartija playera (*Sceloporus* sp.).



Foto 4.14 *Kinosternon leucostomum* Casquito



Foto 4.15 Cenzontle (*Mimus gilvus*).



Foto 4.16 Águila pescadora (*Pandion haliaetus*)



Foto 4.17 Ardilla gris (*Sciurus depei*)



Foto 4.18 Tlacuache (*Didelphys virginiana*).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Entre las especies que requieren de alguna mención especial esta *Crax rubra griscomi* (hocofaisán), la cual se encuentra en riesgo de extinción debido a su endemismo y reducido tamaño poblacional (Martínez Morales, 1999). Sus hábitats son la selva mediana subcaducifolia y la selva baja caducifolia; con preferencia por la primera. Además existen varias especies que residen o se encuentran en Cozumel de forma estacional, por lo que se han observado grupos temporales de flamencos (*Phoenicopterus ruber*), una especie amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como colonias de águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y de paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*), la cual se encuentra también amenazada según la misma Norma Oficial Mexicana. Del total de especies de aves reportadas para la Isla de Cozumel, se considera que 19 de ellas son endémicas de la misma como son: *Attila spadiceus cozumelae*, *Myiarchus tyrannulus cozumelae*, *Polioptila caerulea cozumelae*, *Cyclarhis gujanensis insularis*, entre otras.

Es importante hacer mención que muchas veces las especies se ven favorecidas por la perturbación y han aumentado sus densidades y ubicación como es el caso de *Quiscalus mexicanus* (zanate), *Molothrus aneus* (tordo ojos rojos) y otros que no se han visto afectados por la fragmentación del medio, y por el contrario, se han adaptado a convivir cerca del ser humano.

Entre los mamíferos, de un total de 64 especies registradas, algunos se encuentran asociados a un solo hábitat y una de las características de éste es que no debe estar perturbado o con un grado de modificación mínimo. Los organismos que se representan son los murciélagos (*Carollia brevicauda* y *C. perspicillata*), el tejón (*Nasua narica*). Los cuales gustan de hábitats conservados para su desarrollo adecuado, aunque en muchos casos sobreviven en manchones de selva aislados por los diferentes usos de la tierra (pecuaria, agrícola, urbana).

En los acahuales se encuentran los murciélagos (*Artibeus jamaicensis* y *Rhogeessa parvula*). En el manglar: *Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Dermanura phaeotis*. Los manglares son zonas de refugio y reproducción de diferentes especies de fauna, entre estos el mapache endémico (*Procyon pymaeus*) y el coatí enano (*Nasua nelsoni*). En la selva baja, podemos encontrar incursionando por alimento al *Eira barbara* y en los potreros altos *Lasiurus egea*.

De acuerdo con los estudios de Amigos de Sian Ka'an (2007), en Cozumel existen 13 especies de mamíferos no voladores, al menos 4 especies de mamíferos voladores y 1 especie de mamífero marino, de los cuales siete son taxa endémicos (3 especies y 4 subespecies), lo que la hace una de las islas con más taxa endémicos en México (Martínez-Morales 1996, Reid 1997, Ceballos *et al.* 1998, Cuarón *et al.* 2004). Además, en los mamíferos endémicos de la isla se pueden observar diferencias significativas de tamaño en comparación con sus contrapartes continentales (Cuarón *et al.* 2004, García Vasco 2005).

En la cabecera municipal que es la ciudad de San Miguel de Cozumel, se manifiesta un gran crecimiento tanto de población como de área urbana, donde se han asentado grandes proyectos como son los de educación, comercio de gran nivel y habitacionales. De estos últimos se pueden contar los megaproyectos de carácter hotelero. A partir de este tipo de componentes se puede comprender la gran sinergia inmobiliaria que se experimenta en toda la ciudad.

El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico. Así como de los servicios de transporte que aún son deficientes para los usuarios ya sean pobladores o turistas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

El desarrollo acelerado de la ciudad y la migración impactan a la planeación de los asentamientos humanos, y por consiguiente, se observa un incremento de malestares para la ciudad. Como el comercio ambulante, molestias al turismo, decremento al nivel educativo de la población trabajadora, incremento de mendicidad, erosión de costas, acumulación de basura, incremento de aguas grises y negras sin tratamiento, relleno de manglares, daños a los arrecifes, entre otras.

A todos estos impactos negativos habrá que mencionar también los significativamente positivos, tales como las relaciones gobierno-iniciativa privada, derrama de capital incremento de las organizaciones civiles, atención de problema: de los distintos niveles de gobierno, creación de empleos a diferentes niveles, generación de instrumentos y mecanismos normativos.

De acuerdo con la información del INEGI (2010), en la Isla de Cozumel la población en el año 2005 era de 73,193 habitantes y para el año 2010 alcanzó los 79,522 habitantes. La gran mayoría de la población habita en la ciudad de Cozumel, por lo que la tasa de crecimiento poblacional en el periodo 2005 a 2010 fue de 2.9 por ciento. El estado de Quintana Roo ocupa el tercer lugar a nivel nacional en crecimiento poblacional.

De acuerdo con las proyecciones de población del Consejo Nacional de Población, para el año 2030, se espera que en el Municipio de Cozumel haya 114,783 habitantes y considerando la misma tasa de crecimiento poblacional, el Organismo de Cuenca Península de Yucatán de la Comisión Nacional del Agua, estima que para el año 2050 habitarán en el Municipio de Cozumel 143,763 habitantes, que sumado al 25 por ciento de población flotante, se estima que existirán 179,703 personas que demandarán agua para uso público urbano.

El turismo es la actividad económica más importante de la Isla de Cozumel, debido al atractivo de los recursos naturales que la distinguen a nivel nacional e internacional. El litoral se caracteriza por sus playas, con una textura y color de la arena, excepcional; un mar cristalino y colorido, de temperatura agradable todo el año y con pocos peligros de fauna marina; el clima es cálido durante casi todo el año, con invierno poco severo y brisa marina; se cuenta con una barrera arrecifal de coral con extraordinarios paisajes submarinos.

La isla es visitada en su mayoría por turistas que provienen de todas partes del mundo, quienes llegan por vía aérea y principalmente por vía marítima a través de grandes cruceros turísticos internacionales. Para el año 2010 se contabilizaron cerca de 3 millones de personas que descendieron en muelles mejorados, ampliados y modernizados para recibir embarcaciones de mayor tamaño, que hoy tienen la capacidad de transportar más de seis mil 500 personas; sin contar a los miembros de la tripulación.

Ese año atracaron mil 34 navíos que trajeron consigo al 11.15% de los más de 26 millones de extranjeros que se embarcaron en un viaje por crucero haciendo escala en Cozumel del año 2000 al 2010.

Ante esta situación, la actividad primarias en la isla es de muy poca importancia, aunque se cultiva maíz en una extensión de aproximadamente 50 hectáreas; además de algunos árboles frutales en huertos familiares. La explotación ganadera de bovinos se realiza en pequeños ranchos particulares y también se explota en poca escala la apicultura. Existen algunas pequeñas industrias de materiales de construcción, talleres mecánicos, etc.

La actividad comercial es importante considerando la disponibilidad de artículos de importación y artesanías disponibles para los turistas. Las ventajas fiscales en algunos artículos de importación los hacen atractivos respecto a los precios en el interior del país. Existen tiendas departamentales,

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

mercados públicos, tiendas privadas y del sector oficial para la distribución de los productos básicos y de consumo, establecimientos de alimentos y bebidas, agencias de viajes, sucursales bancarias, servicios de transportación turística y arrendadoras de automóviles.

Para la ciudad de Cozumel cerca de la tercera parte de la población carece de alcantarillado sanitario, estimándose que cerca de 30.000 litros diarios de agua residuales sin tratamiento se descargan en el subsuelo. Además se presenta una insuficiencia de fomento de la vivienda para estratos medios y medios altos, lo que provoca que ellos ocupen por su mayor poder adquisitivo la vivienda que fue prevista para estratos populares y estos ocupen por no poder competir, vivienda deplorable y muchas veces irregular.

Los resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010, se reporta para dotación de servicios en Cozumel: La mejor atención de la que goza ciudad es la de las redes de electricidad ya que se tiene un 98% de cobertura. Cerca del 15% de la población no cuenta con servicio formal de agua potable por lo que se abastece con agua salobre de cenotes, pozos artesianos con alto riesgo de contaminación. Hay carencia de alcantarillado sanitario para atender a una tercera parte de la población asentada en el corredor, mientras que en la ciudad se reporta un 96% de cobertura de drenaje con excepción de los asentamientos irregulares. También hay que señalar que hay limitación en los sistemas de recolección y falta de sitios adecuados para la disposición final de residuos sólidos.

Dentro de este marco de referencia se presenta el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, cuyo proceso de construcción se justifica enormemente, ya que a través del mismo se brindará oportunidades para el desarrollo regional además de que las instalaciones que se habrán de construir refieren baja densidad de ocupación e impacto ambiental.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

Como se ha referido, la zona donde se desea ubicar el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-32 Yucatán este (Yucatán), Cuenca 32a, Subcuenca "f". Esta última cubre prácticamente toda la superficie de la Isla de Cozumel. Es por ello que habrá de realizar el análisis retrospectivo de las condiciones ambientales que prevalecen precisamente en esta última subregión.

Por lo anterior, se debe mencionar que en la Subcuenca "f" donde se ubica el proyecto actualmente prevalecen las condiciones que de acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1978), indica la distribución del tipo climático denominado *Am(f)*, mismo que se define como un clima cálido húmedo, con lluvias abundantes en el verano y con un porcentaje de lluvia intermedio entre verano e invierno y presentando influencias de monzón. Además, en la Isla se encuentra la variante climática *Am(f)iw*". Por lo que el conjunto de predios se ubica a la altura de la isoterma de los 26 °C y la isoyeta de los 1,500 mm de precipitación anual. A su vez este tipo climático es isotermal, es decir, se presenta una oscilación térmica poco representativa ya que se ubica entre los 5 y 7 °C.

De acuerdo a lo anterior, siendo el clima un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, a la fecha no se cuenta con registros que indiquen que haya existido algún tipo de modificación. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) y hacia la zona urbana que es San Miguel de Cozumel, es posible que se pudieran presentar muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

que se podría dar de manera específica en las áreas donde se han modificado factores determinantes como es el desmonte de la vegetación y la presencia de un suelo expuesto, así como el incremento de las áreas cubiertas de concreto y asfalto.

Con referencia a las condiciones de la calidad del aire, se debe referir que en la zona norte de Quintana Roo no existe ninguna industria establecida, de tal forma que no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera. En todo caso, las emisiones se concentran en el parque vehicular que circula por las calles y avenidas de las carreteras y ciudades y aquellas generadas por el uso de leña y carbón en la preparación de alimentos actividades que aún se practican tanto en la zona rural como urbana. Al respecto, se debe citar que dentro de las zonas urbanas se encuentra prohibida la quema de desechos sólidos.

En todo caso, se debe señalar que en la región nunca se ha generado alguna contingencia ambiental motivada por la emisión de humos contaminantes. Por lo que de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

En otro sentido, las únicas contingencias que se han manifestado históricamente en la región corresponden con los incendios forestales, mismos que se presentan durante la temporada seca del año. Así, de acuerdo a datos oficiales presentados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en el 2010 se reportaron un total de 78 incendios en el estado, afectando una superficie total de 5,738.5 Ha (INEGI, 2011), siendo en este caso Othón P. Blanco, Benito Juárez y Lázaro Cárdenas los que han presentado la mayor afectación (**Figura 4.4**).

En este caso, las afectaciones por incendios forestales son eventos que se asimilan de manera natural y en la mayoría de los casos no se aplican programas específicos para lograr la recuperación de los sitios siniestrados. Además de que se han considerado como fenómenos cíclicos por lo que forman parte del componente natural que rigen los ecosistemas de la zona.

En la zona donde se ubicará el proyecto en la actualidad predomina el tipo de suelo identificado como Leptosol lítico+Leptosol réndzico (LPk+LPq). Este tipo de suelos cuentan con una amplia distribución a lo largo de las zonas selváticas de la Subcuenca "f" y se extiende por todo el norte del estado de Quintana Roo. Por otra parte, dentro de ésta zona de aprovechamiento no existe ningún proceso de erosión natural o artificial. Lo anterior, está referido debido a que el sitio manifiesta una topografía ondulada a sensiblemente plana, se encuentra a una altitud muy cercana al nivel del mar y desde luego a la permanencia de una cobertura vegetación de selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario con abundancia de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas dispersas.

Además de que en la región se carece de corrientes superficiales de agua. No obstante, se debe reconocer que están

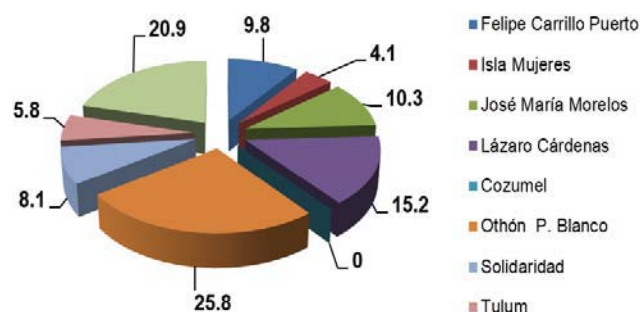


Figura 4.4 Incendios forestales por municipio en el 2010.

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

sujetos a la presión generada por la ampliación de la mancha urbana y el consecuente cambio de uso del suelo.

En este caso, el impacto que habrá de generar la construcción del proyecto ha sido considerado de moderado a poco relevante, aunque la pérdida de estos elementos se dará únicamente en aquellas superficies que sean destinadas para la edificación de las instalaciones que propone el diseño arquitectónico. De esta manera, al proyecto se le ha asignado una superficie total de 103,713.91 m² (10.37 Ha), de los cuales se destinará 10,156.28 m² (1.01 Ha) para el desarrollo de las actividades de *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*. Además de que se cuenta con una autorización previa de 2.58 Ha, lo que refiere que habrán de restar 67,779.88 (6.77 Ha) que quedarán como áreas verdes cubiertas con vegetación natural, mismas que habrá de funcionar como barreras de mitigación de impactos y en donde se habrá de conservar la naturaleza edáfica. Por lo anterior, el uso del suelo se mantendrá inalterado en una superficie de 6.77 Ha. Además de que de acuerdo con los instrumentos de planeación se deberá realzar el aprovechamiento integral del recurso, aunque una vez alcanzada la superficie de obra referida no se podrá llevar a cabo la ampliación del desarrollo.

De manera física, el inmueble de interés se ubica en una zona donde no existe la presencia de ríos o escurrimientos fluviales, además de que se manifiesta una topografía de tipo ondulada a sensiblemente plana. Bajo esta situación, el agua que se requiere para el desarrollo de la vida natural que se desarrolla en la zona, está referida precisamente con los aporte del agua de lluvia, misma que manifiesta una estacionalidad en los meses de verano y parte del invierno. Para el desarrollo del proyecto será necesaria la eliminación de un porcentaje relativamente mínimo de la cobertura original de la vegetación de selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario, consideración que se realiza debido a la dominancia de especies herbáceas y arbustivas en la zona. Por lo que para las obras del proyecto se ocupará un área de 10,156.28 m² (1.01 Ha) a las que se adicionan 2.58 Ha autorizadas previamente, lo cual implica afectaciones que deberán ser minimizadas sobre la hidrología de la zona.

Las afectaciones al acuífero por este concepto no serán relevantes, debido fundamentalmente a que el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa* se ubica a 26 Km al sureste de la Zona de Captación en donde actualmente existen 155 pozos de captación localizados en la zona centro de la isla que en conjunto se extraen un volumen de 8.2 millones de metros cúbicos al año. En este sentido, se considera que la zona precisa donde se desea llevar a cabo el desplante del desarrollo del proyecto no es apta para llevar a cabo actividades extractivas. Como dato adicional, se debe referir que la permanencia de una superficie de 6.77 Ha donde prevalecerá una cobertura con vegetación natural y ajardinada se permitirá la continuidad de la captación e infiltración de agua al subsuelo. Por ello se considera que en el sitio se mantendrán las características muy parecidas a las actuales en favor de la hidrología de la zona.

En el inmueble de referencia se presenta una gran heterogeneidad en la cobertura vegetal, lo cual es propio de las zonas que están sujetas a régimen natural. De esta manera, en el sitio se favorece las condiciones para la distribución de la vegetación de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva se distribuye a manera de una amplia banda, que se extiende de manera exuberante hacia el poniente y de hecho se tiene evidencias de que hacia estos puntos se manifiesta una importante recuperación en la estructura de la vegetación ya que las zonas ubicadas más al poniente de la carretera costera sur no fueron afectadas seriamente por los incendios del 1989.

En todo caso se confirma que los impactos hacia el ecosistema de selva en la región están dados por el deterioro que provocan los distintos eventos naturales, que para la zona tienen que ver de manera directa con los fenómenos hidrometeorológicos. Asimismo, en los alrededores de las

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ciudades existe una creciente presión debido al crecimiento que estas manifiestan. En lo que respecta al proyecto, el porcentaje de la vegetación que se habrá de mantener como área natural y ajardinada será del orden de 6.77 Ha. Por lo anterior, se deberá reconocer que aunque las características naturales se habrán de modificar sustancialmente, se promoverá la persistencia de la diversidad y cierta densidad vegetal en las áreas verdes contempladas en el proyecto.

Dentro del predio de interés, la fauna silvestre está representada por 36 especies, por lo que se reporta la presencia de 2 especies de anfibios, 13 de Reptiles, 25 Aves y 5 Mamíferos. De éstos, 8 organismos se encuentran incluidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, se debe resaltar la ausencia de organismos indicadores de condiciones naturales y de escasa presencia humana como son: los tucanes (*Ramphastos sulfuratus*), venados (*Odocoileus virginianus*) u otras especies de fauna mayor. Por lo anterior, el grupo mejor representada son las Aves, las cuales debido a sus hábitos voladores, pueden tolerar la presencia humana y desplazarse rápidamente fuera del alcanza ante la primer señal de peligro.

Asimismo, se debe señalar que la distribución de una vegetación selvática puede procurar espacios para el desarrollo de la fauna silvestre. No obstante, la cercanía con las zonas urbanas y la presencia de vías rápidas de comunicación de manera cercana son una limitante en el desarrollo de este componente. A esta situación se debe agregar la ausencia de un arbolado alto e importante dentro del predio de interés. No obstante, la construcción del proyecto promoverá condiciones para el desplazamiento temporal de este componente del medio natural, ya que se verá afectado por las acciones de desmonte de la vegetación y por la presencia de trabajadores y maquinaria en el predio.

Finalmente, se espera afectar únicamente 10,156.28 m² (1.01 Ha) aunque se deberán considerar las 2.58 Ha autorizadas previamente, las cuales quedarán ubicadas de manera inmersa dentro espacios dedicados al desarrollo de la vida natural con una superficie de 67.779.88 m² (6.77 Ha). Por lo anterior, las afectaciones existentes actualmente en la vegetación impactan directamente a la fauna silvestre, ya que algunos de los organismos utilizan la vegetación selvática como zonas de anidación, refugio o para la búsqueda de alimento. Al ser removida parte de la vegetación las distintas especies tendrán que desplazarse hacia la zona mejor conservada a fin de establecerse áreas que puedan utilizar. Por lo anterior, resulta de relevancia que no se habrá de afectar cerca del 65.6% del inmueble se espera que las condiciones para el desarrollo de la fauna silvestre no se modifiquen de manera dolosa y sustancial.

Los elementos del paisaje que serán modificados son las vistas panorámicas en puntos específicos de la propiedad. Además se modificarán las márgenes arbolados propios de la vegetación de selva baja con desarrollo secundario y se incluirán sutilmente elementos ajenos (construcciones) al paisaje que actualmente prevalece en la zona. Asimismo, se debe mencionar que no se considera la distribución de áreas críticas en las que se manifieste condiciones exclusivas o extraordinarias en donde la modificación en su estructura (arreglo espacial), abundancia y distribución ponga en riesgo la naturalidad del paisaje.

Este efecto se observará en de acuerdo con los conceptos arquitectónicos que se habrán de establecer. No obstante, se debe considerar que se propone una superficie mínima de afectación y que refiere 10,156.28 m² (1.01 Ha) a las que se adicionan 2.58 Ha autorizadas previamente; por lo que quedarán las 6.77 Ha restantes como área natural que conservará las características del paisaje natural, selvático y costero.

Además y en vista del crecimiento de la región se dará continuidad en la reducción de los espacios de características naturales. Sin embargo, se debe citar que de igual manera se requiere fomentar la ampliación de los mismos para destinarlos a las actividades habitacionales, comerciales, de servicios. Asimismo, se considera que la obra será en apoyo a la industria turística principal actividad

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

en el municipio por lo que se requiere que este crecimiento se refleje en más espacios y mejores servicios que se ofrezcan a los habitantes y población flotante que se ubica en la cabecera municipal. De esta forma, se habrá de promover un gran beneficio social y económico.

IV.3.1 Medio abiótico

Clima y fenómenos meteorológicos

- *Estación Climatológica.*

Los factores el clima que prevalece en la Isla de Cozumel son registrados por la Estación Climatológica Cozumel con clave 23-003, misma que se localiza en las coordenadas geográficas de los 20° 31' de latitud norte y 86° 56' de longitud oeste. Se ubica a una altura de 3 msnm. Además de que cuenta con cerca de 50 años de observación (INEGI, 1995).

- *Tipo de clima.*

Con la información proporcionada por la Estación Climatológica Cozumel y aplicando el sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1988), el tipo de clima que prevalece en la Isla de Cozumel es el *Am(f)*. Este se define como un clima cálido húmedo, con lluvias abundantes en el verano y con un porcentaje de lluvia intermedio entre verano e invierno y presentando influencias de monzón. Además, en la Isla se encuentra la variante climática *Am(f)iw*".

- *Climograma.*

En la **Figura 4.5** se muestra la marcha anual de los factores del clima (temperatura y precipitación) reportados para la Isla de Cozumel. En donde se observa que llueve durante todos los meses del año. Además de que se muestra dos períodos relativamente secos, uno entre los meses de noviembre a abril que es correspondiente con la temporada seca del año; y otro, entre julio y agosto (sequía interestival) el cual es denominado ocalmente como canícula. Con referencia a la marcha anual de la temperatura ésta es de tipo isotermal (la oscilación térmica es menor a 5 °C).

- *Temperaturas.*

De acuerdo con los registros de la Estación Meteorológica de Cozumel, las temperaturas promedio extremas, mensuales y anuales son las que se presentan en la **Tabla 4.3**.

De acuerdo con la tabla anterior se tiene que el mes más frío es enero con una temperatura promedio de 22.9 °C, aunque febrero es el mes que presenta las temperaturas mínimas con 9 °C. Asimismo junio, julio y agosto son los meses más

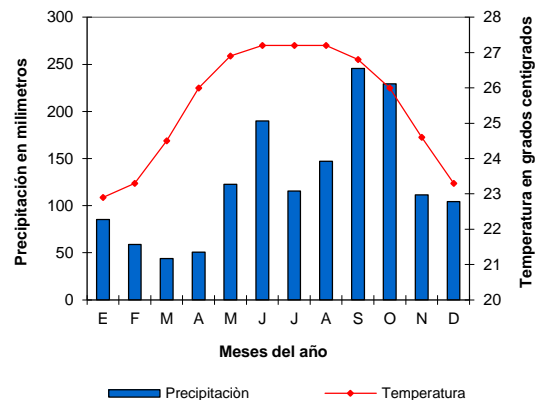


Figura 4.5 Comportamiento de los factores del clima en la Isla de Cozumel.

MESES	MINIMA (°C)	MEDIA (°C)	MAXIMA (°C)
Enero	10.4	22.9	32.3
Febrero	9.0	23.3	32.2
Marzo	11.4	24.5	34.3
Abril	14.6	26.0	35.0
Mayo	15.2	26.9	35.6
Junio	18.8	27.2	36.0
Julio	17.0	27.2	36.5
Agosto	19.8	27.2	36.1
Septiembre	20.8	26.8	34.8
Octubre	15.0	26.0	33.7
Noviembre	13.7	24.6	34.7
Diciembre	11.1	23.3	32.2
Promedio anual		25.5	

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

cálidos de año con una temperatura de 27.2 °C, solamente que julio es el mes más extremo con temperaturas máximas de 36.5 °C.

- *Precipitación.*

En cuanto a las lluvias que se presentan en la zona de interés, se cuenta con los datos que se expresan en la **Tabla 4.4**. Por lo que el promedio anual es de 1,504.6 mm. Asimismo, se nota que en la Isla llueve durante todos los meses del año. No obstante, se manifiesta una temporada relativamente seca que se presenta durante los meses de febrero, marzo y abril con una precipitación promedio de 153.2 mm.

Por otra parte, durante el verano y principios del otoño la precipitación alcanza sus niveles máximos, llegando hasta los 927.5 mm. De acuerdo a estos datos el período de lluvias se puede extender hasta el inicio del invierno, por lo que en la región existe un importante período de lluvia invernal.

- *Formaciones nubosas y vientos dominantes.*

Durante la mayor parte del año el cielo de la Isla de Cozumel se encuentra de medio nublado a nublado por columbiformes (con desarrollo vertical), las cuales ocasionan chubascos frecuentes y tormentas eléctricas, principalmente por las tardes o noches. En invierno, condiciones frontales (Nortes) originan nubes estratiformes (en capas o mantos y sin desarrollo vertical) que dan lugar a lluvias ligeras intermitentes.

Los días con neblina son escasas en la región, aparecen en los últimos y primeros meses del año, presentándose casi siempre al paso de un frente frío. Por lo general estas nieblas se forman después de las 22:00 horas y desaparecen antes de las 08:00 horas.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental en donde se localiza el sitio del proyecto, son los Alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes del este al sureste con velocidad promedio de 15 km/hora, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/hora, en depresiones atmosféricas tropicales (80–90 km/h) y más de 120 km/h en huracanes. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los del verano.

Los vientos afectan directamente las mareas, de manera general en la isla de Cozumel se presenta un ciclo de mareas denominado semidiurno, que se caracteriza por tener dos máximas de marea al día; nunca llegando la variación de las mareas a más de 30 cm.

- *Tormentas tropicales y huracanes.*

Debido a las condiciones climáticas que imperan en la zona del predio de interés al igual que en el resto de la Península de Yucatán, los intemperismos severos son ocasionados por eventos ciclónicos. Estos fenómenos atmosféricos se manifiestan cada año en los meses de mayo a noviembre y arrastrando consigo grandes volúmenes de humedad, los cuales propician un equilibrio de los desajustes que existan en los niveles hídricos del manto freático (**Figura 4.6**).

Tabla 4.4 Precipitación promedio mensual y anual para la Isla de Cozumel.

MESES	MEDIA MENSUAL (mm)
Enero	85.4
Febrero	58.7
Marzo	44.0
Abril	50.5
Mayo	122.6
Junio	190.0
Julio	115.6
Agosto	147.0
Septiembre	245.7
Octubre	229.2
Noviembre	111.6
Diciembre	104.3
Promedio anual	1504.6

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Su formación sucede en alguna de las dos matrices existentes en la región. La primera se localiza en el mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad, los fenómenos formados se desplazan hacia el noroeste, sobre el mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, para luego dirigirse al norte hasta las costas de la Florida EE.UU., afectando a su paso las costas de Quintana Roo.



Figura 4.6 Vista del huracán Wilma (2005), el cual causó grandes estragos en la región.

La segunda comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano. Los fenómenos originados tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas, en México y Texas EE.UU.

Para la zona costera donde se localiza el predio de interés, se han presentado un sin número de estos eventos y los más recientes son los que se anotan en la **Tabla 4.5**. Esta información contiene fecha arribo a la zona, tipo de ciclón y velocidad máxima alcanzada al momento de afectar o pasar cerca de las costas de Quintana Roo.

Tabla 4.5 Fenómenos ciclónicos más recientes que han afectado al estado de Quintana Roo.

AÑO	ORIGEN	NOMBRE	CATEGORÍA	LUGAR DE ENTRADA A TIERRA	PERIODO	VIENTOS (Km/h)
2012	Mar Caribe	Ernesto	Huracán 1	Bahía del Espíritu Santo	7 Ago	140
2010	Mar Caribe	Karl	Tormenta tropical	Bacalar	15 Sep	100
2009	Mar Caribe	Ida	Huracán 2	Canal de Yucatán	10 Nov	160
2008	Atlántico	Dolly	Tormenta tropical	Norte de Cancún	21 Jul	85
2007	Mar Caribe	Dean	Huracán 5	Mahahual	20-21 Ago	250
2005	Mar Caribe	Wilma	Huracán 5	Cozumel	21-24 Oct	250
2005	Mar Caribe	Stan	Tormenta tropical	Bahía de la Ascensión	2-3 Oct	75
2005	Atlántico	Emily	Huracán 3	Xpu-Ha	24-26 Jul	235
2002	Atlántico	Isidore	huracán 3	Dzilam de Bravo, Yuc.	23-26 Sep	200
2001	Atlántico	Chantal	Tormenta Tropical	Chetumal	15-22 Ago	115
2000	Atlántico	Gordón	Depresión tropical	Tulum	14-18 Sep	55
2000	Atlántico	Keith	Huracán 1	Quintana Roo	3-5 Oct	140
1999	Atlántico	Katrina	Depresión tropical	45 Km NNW Chetumal	28 Oct-1 Nov	55
1998	Atlántico	Mitch	Tormenta Tropical	Campeche, Camp.	21 Oct-5 Nov	65
1996	Atlántico	Dolly	Huracán 1	Felipe Carrillo Puerto	19-24 Ago	130
1995	Atlántico	Opal	Depresión tropical	Bahía del Espíritu Santo	27 Sep-2 Oct	55
1995	Atlántico	Roxanne	Huracán 3	Tulum	Ago-20	185
1990	Atlántico	Diana	Huracán 1	Chetumal	4-8 Ago	140
1988	Atlántico	Gilberto	Huracán 5	Puerto Morelos	8-13 Sep	270
1988	Atlántico	Keith	Tormenta Tropical	Cancún	17-24 Nov	110

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar, pueden evolucionar hasta tres niveles: depresión tropical, tormenta tropical y huracán. En esta última categoría se considera a los fenómenos que son realmente desastrosos, su intensidad se mide conforme a la escala de Saffir-Simpson, misma que se basa en la velocidad del viento y la altura de las mareas de tempestad que levanta. Según esta escala se registran hasta 5 niveles de intensidad, cuyas características se anotan en la **Tabla 4.6**.

Tabla 4.6 Escala de huracanes de Saffir-Simpson (ESSH)			
No. ESSH	VIENTOS Km/h	MAREA DE TEMPESTAD ENCIMA DE LO NORMAL (M)	ESTIMACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS MATERIALES E INUNDACIONES
1	119 – 153	1.5	Ningún daño a edificios, daños sobre todo a casas rodantes, muelles, arbustos y árboles. Algunas inundaciones de carreteras costeras.
2	154 - 177	2 - 2.5	Provoca algunos daños en los tejados, puertas y ventanas de los edificios. Daños considerables a la vegetación, casas rodantes y muelles. Las carreteras se inundan a dos a cuatro horas antes de la entrada del centro del huracán. Las pequeñas en fondeaderos sin protección rompen amarras.
3	178 - 209	2.6 - 3.7	Provoca algunos cambios estructurales a pequeñas residencias y construcciones, con pequeñas fisuras en muros de revestimiento destrucción de casas rodantes. Inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escomeros flotantes dañan a los mayores. Los terrenos planos abajo de 1.5 m, pueden resultar inundados hasta 13 Km de la costa.
4	210 - 149	4.5 – 5	Provoca fisuras más generalizadas en los muros de revestimiento con derrumbe completo de toda la estructura del techo en las residencias pequeñas. Erosión de las playas. Graves daños en los pisos bajos de las estructuras cercanas a la costa. Inundaciones en los terrenos planos en zonas de hasta 3 msnm, situados hasta cerca de 10 Km de la costa.
5	> 250	> 5.5	Derrumbe total de los techos de muchas residencias y edificios industriales. Se desmoronan algunos edificios por completo y el viento se lleva las construcciones auxiliares pequeñas. Daños graves en los pisos bajos de las estructuras situadas a menos de 4.6 m por encima del nivel del mar y a una distancia de 460 m de la costa.

Fuente: Servicio Meteorológico de Cozumel, Estación Cozumel 1990.

- **Nortes.**

En la zona de interés, también año con año, durante los meses de noviembre a febrero, descienden desde Norteamérica frentes fríos de tipo anticiclónico, conocidos comúnmente como **Nortes**. Al considerar la magnitud de sus características de temperatura, precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los **Nortes** no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos (**Foto 4.19**).

Su arribo a la zona de interés, se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. Estos fenómenos tienen un desplazamiento hacia el sudeste hasta que son



Foto 4.19 Los frentes fríos y su influencia en el clima en la Península de Yucatán.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. En la época invernal en que se manifiestan los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran tras de sí grandes extensiones de nubosidad y precipitación y reducirse la temperatura promedio mensual hasta en uno o dos grados.

Geología

- *Provincia fisiográfica de la Península de Yucatán.*

De acuerdo con Álvarez (1958), la Isla de Cozumel a pesar de su carácter insular se ubica dentro de la Provincia fisiográfica Número XI en que se divide la República Mexicana y que se denomina Península de Yucatán.

Esta Provincia se describe como una gran plataforma de rocas calcáreas de origen marino que ha venido emergiendo de las aguas desde hace unos 26 millones de años, siendo su parte Norte la más reciente. Entre los rasgos más notables se encuentra la denominada sierrita de Ticul, la cual corresponde con una delgada cadena de lomas bajas que se extienden desde las poblaciones de Maxcanú hasta Peto, en el estado de Yucatán. Al norte, este y sureste de dicha cadena, los terrenos son bastante planos y con suelos predominantemente someros sobre una plancha endurecida calcárea llamada "roca laja". Al sur de la sierrita predominan terrenos de cerros bajos.

Otro rasgo de interés de esta provincia es la presencia de numerosas zonas insulares, las cual se ubican en tres grupos: las del Golfo de México, las del Canal de Yucatán y las del Mar Caribe. En este sentido, y de acuerdo con García de Miranda (1981) y Tamayo (1981), el número total de islas es de 24, de las cuales 14 se encuentran bajo la administración de los estados de Campeche y Yucatán y 10 de Quintana Roo. Además a región cuenta numerosos Bajos y Cayos sin afloramiento, o bien, salientes muy angostas o pegadas al continente, tal es el caso de Isla Punta Arenas en Campeche. Además de que originalmente Cancún era una isla. No obstante, la urbanización ha sustituido casi el 90% de la vegetación original de la zona (Flores, 1983).

Una consideración adicional indique que en el sureste de Campeche y sureste de Quintana Roo, son comunes los terrenos planos de suelos muy arcillosos, que originalmente correspondieron con lechos de antiguas lagunas costeras. Además de que en la península se ha integrado una enorme red cavernosa subterránea por la que escurre el agua freática, en general con dirección hacia el norte, esta situación finalmente contribuye a explicar la carencia de ríos en la región, aunque generalmente llega a emerger a través de pozos naturales de disolución denominados cenotes que son muy comunes y abren a la red de drenaje subterráneo.

Dentro del estado de Quintana Roo, la conformación de la Provincia puede ser descrita en términos de las 3 subprovincias fisiográficas, que son: Carso y Lomeríos de Campeche, el Carso Yucateco y llamada Costa Baja de Quintana Roo (**Figura 4.7**). En todo caso, la zona del proyecto de interés se ubica dentro de la subprovincia Carso Yucateco, misma que ocupa las porciones norte y oriente del estado de Quintana Roo incluyendo la Isla de Cozumel. La cual a su vez se caracteriza por ser una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el sur y alcanza una altitud media de 5 msnm y el relieve es de tipo ondulado en el que se alternan crestas y depresiones.

La zona insular como el resto de la subprovincia se distingue por su topografía que es de tipo cárstico, por lo que presenta desde minúsculas oquedades hasta grandes depresiones (cenotes), en algunas de las cuales asoma la superficie freática. De esta manera, en casi toda su extensión carece de un sistema de drenaje superficial y sólo en algunas áreas se ha formado una red

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables, localizándose la más extensa de ellas en la porción continental norte de la Entidad.

En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones, espolones; así como, lagunas pantanosas intercomunicadas al mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con abundante concentración de manglar.

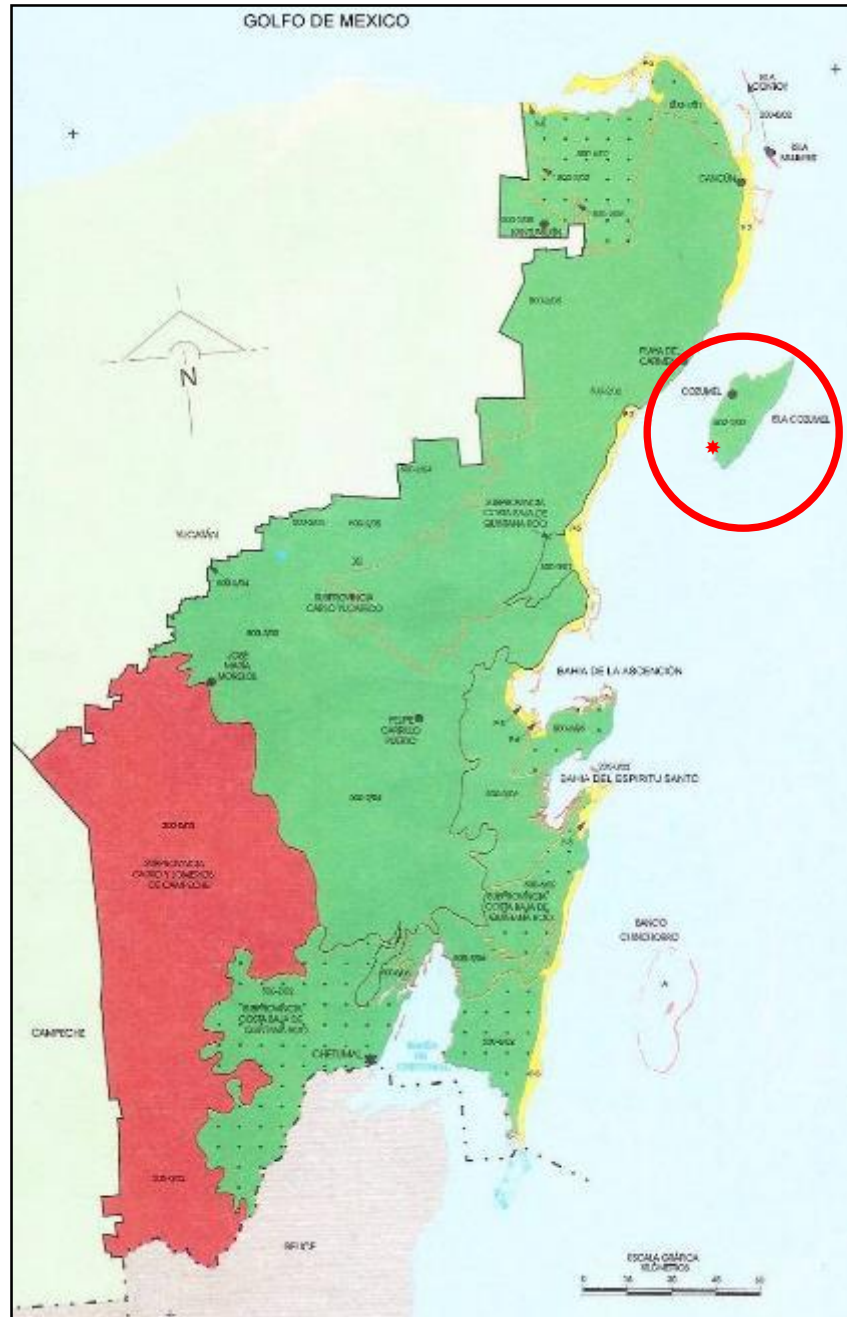


Figura 4.7 Ubicación de la Subprovincia Fisiográfica Carso Yucateco que conforman el territorio de Quintana Roo con relación al proyecto *Vialidades de la Terminal Transbordadores*.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.8 Formaciones Geológicas en el área del predio de interés.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Geomorfología.*

Como se ha referido, la formación geológica que da origen a la isla de Cozumel, es similar a la encontrada en el resto de Península de Yucatán. Es por ello que los estudios que se han realizado coinciden en señalar que esta data de una sedimentación de los fondos marinos a partir del Periodo Terciario, que se dio sobre un basamento de rocas de la Era Paleozoica, lo que ha originado una gigantesca losa que empezó a ascender a pausas y retrocesos hasta fines del Cenozoico y que ha continuado hasta nuestros días al menos hacia la porción norte (**Figura 4.8**).

Esta losa se constituye fundamentalmente de calizas granulosas, deleznales, color blanquecino llamadas sascab. La naturaleza de su formación impidió la posibilidad de mineralización y con ello, las actividades económicas de este rubro se circunscriben a la explotación de algunos yacimientos de yeso, arcillas y calizas que se aprovechan para la fabricación de materiales de construcción, industria que vale la pena mencionarlo, después del turismo es posiblemente la que mayor número de fuentes de empleo que genera en la Isla.

De manera particular, Cozumel se encuentra 14 km al este de la zona continental; en ambos lados de la Isla, que se encuentra alineada con dirección noreste a suroeste, existe una plataforma insular estrecha que está dividida claramente en terrazas y escalones. Se supone, que estas son plataformas de abrasión que datan del Holoceno.

La plataforma del oeste se compone de 3 terrazas (de 5 m, 10 m y 20 m), y el talud insular empieza a 20 m de profundidad. La vertiente baja con un ángulo de casi 90° hasta 400 m. Asimismo, al este se pueden encontrar hasta 5 terrazas (de 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, y 50 m), ya que el borde de la plataforma se encuentra a más o menos 50 m de profundidad. En esta zona el talud insular baja con interrupciones de hasta 1000 mbnm. Por otra parte, al norte la plataforma se extiende bajo el fondo marino a una profundidad de 20 a 30 m y termina con el Banco Arrowsmith, unos 50 km al noreste de Cozumel. (Muckelbauer, 1989).

De acuerdo con (Springall, Espinoza, Spaw) la geología superficial de Cozumel corresponde a la formación Carrillo Puerto con un estrato profundo Pliocénico, distribuido en todo el subsuelo de la Isla a una profundidad de 25 m; Esta formación se compone de fósiles de caracoles y lodos consolidados sin fósiles. Se presenta un segundo estrato del Pleistoceno, entre 25 y 16 m de profundidad el cual muestra tres horizontes: el inferior con un sedimento delgado correspondiente a una capa de marea y restos de arrecifes de parche; el medio con materiales ligeramente sueltos y en proceso de consolidación y el superficial que corresponde con depósitos de caliza (sascab). Por último, se ubica un estrato del Holoceno ocupando los 16 m superficiales, formando en su horizonte inferior por los fragmentos de coral, ostras, caracoles y algas calcáreas, el horizonte superior por restos arrecifales fuertemente consolidados.

En la isla de Cozumel se encuentran rocas sedimentarias que datan del Mioceno al Pleistoceno; la columna geológica, revelada por los pozos exploratorios, ésta compuesta por las formaciones que se escriben brevemente a continuación;

- ✓ Las rocas más antiguas son calizas y dolomitas del Mioceno, muy compactas, de estratificación delgada y espesor total desconocido, las cuales no afloran en la isla.
- ✓ Formaciones correspondientes al Mioceno-Plioceno son: calizas y dolomitas arenosas, con un espesor total de unos 30 m y expuestas en el borde noroccidental de la isla; calizas, calcarenitas y arenas calcáreas, de coloración crema, con fósiles, algunas masivas y otras estratificadas cuyo espesor total es del orden de 10 m y que conforman el afloramiento más

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

extenso; calizas sedimentos calcáreos semicompactos, de color crema, estratificados que tienen espesor de unos 10 m y que afloran en la faja costera oriental.

- ✓ Las rocas más jóvenes datan del Cuaternario y están representadas por gravas y arenas calcáreas, calcarenitas y fragmentos de conchas depositadas en forma discontinua a lo largo del litoral.
- ✓ La isla corresponde la parte emergida a un pilar estructural, limitado por dos grandes fallas normales paralelas al litoral oriental de la península.
- *Características litológicas del área.*

Dentro de este concepto, se debe referir que el estrato superficial del predio de interés se encuentra fuertemente modificado, ya que el inmueble ha sido desmontado rellenado, nivelado y se cubre de una carpeta asfáltica. No obstante, el tipo de roca dominante debería de corresponder a tres con:

1. Rocas con superficie kárstica. Son rocas de forma más o menos esférica y con gran número de entrantes y salientes, que dan la impresión de ser un material modelado y presionado con los dedos; la cubierta exterior es de color gris claro a oscuro, en el interior se aprecian inclusiones de color rojo, amarillo o crema, no presentan incrustaciones de conchas.
2. Rocas calcáreas. Estas presentan una cubierta exterior negra o gris y su interior de color blanco, con pequeñas incrustaciones blancas, rojas o amarillentas, en forma anular o tubular, contienen inclusiones de conchas fósiles.
3. El sascab. Esta es una roca calcárea de origen sedimentario formada por concentración de soluciones. Posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldespatos. El contenido de carbonato de calcio es muy alto (> 90 %). El sascab es probable que se haya formado en aguas marinas poco profundas y cercanas al litoral, quizás en verdaderas lagunas costeras con comunicación temporal al mar (Robles Ramos 1958).

- *Características geomorfológicas más importantes.*

El estado de Quintana Roo está comprendido dentro de la denominada Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, la cual a su vez se subdivide en cinco subregiones como es: 1) Macizos de Campeche y zonas anexas; 2) Planicie del Caribe y nordeste; 3) Planicie del norte y nordeste; 4) Franja costera del Canal de Yucatán y del noroeste y 5) Franja de transición del centro del Petén. En este caso, el proyecto se ubica dentro de la segunda subregión que corresponde con las porciones norte y oriente del estado, por lo que desde el punto de vista geomorfológico esta subregión comprende el norte de Belice, el este y norte de Quintana Roo y el este y sudeste del estado de Yucatán.

Toda esta superficie está constituida por calizas pliocénicas y postpliocénicas, que se caracteriza por su apariencia plana, aunque en las porciones aparentemente más planas pueden observarse ligeras salientes y hondonadas, con desnivel ordinariamente de unos pocos metros (2 a 3) y con extensión de 100 a 50 m o menos. Los salientes presentan suelo oscuro, somero con aspecto de Rendzinas que no cubren parcialmente la superficie de roca caliza; las pequeñas hondonadas tienen suelo plano, por lo general profundo, de color rojo y granuloso, que cubre completamente el substrato calizo.

Además existen en la subregión bajos que pueden ser extensísimos, sobre todo al sur de la línea Lagunar de Chichancanab-Punta Soliman. Todos ellos presentan suelo profundo tipo gley característico. Entre el suelo plano de los bajos y la superficie general de las calizas el desnivel es casi siempre pequeño, de unos cuantos metros (5 a 10).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

La subregión se distingue por una topografía kárstica que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (conocidas localmente como cenotes), en algunas de las cuales asoma la superficie del manto freático. Casi en toda su extensión carece de sistemas de drenaje superficial y sólo en algunas pequeñas áreas se han formado redes hidrográficas desintegradas y mal definidas. Otras áreas son inundables, la más extensa de ellas se localiza en la porción norte del estado.

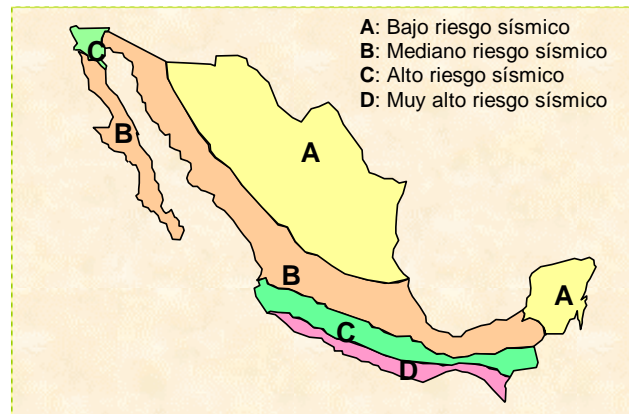


Figura 4.9 Mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana.

- *Características del relieve (descripción breve).*

En la Isla de Cozumel no existen elevaciones de interés, por lo que se considera que el relieve es casi totalmente plano. Por otro lado, y dada la naturaleza kárstica de la región, se aprecian por toda el área depresiones en donde se favorece la inundación y la formación de aguadas. En el área de interés, la topografía se presenta una altura de 1-3 msnm.

- *Susceptibilidad de la zona a: sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.*

Sismicidad:

De manera general, toda la Península de Yucatán se encuentra clasificada como perteneciente a la Zona 0, la cual corresponde a la más baja de las zonas sísmicas de la República Mexicana. No obstante, en esta área se han registrado temblores con intensidades de 4 a 7 grados según la escala de Mercalli. De acuerdo a los registros, éstos presentan una recurrencia poco significativa de 108 años. Por esta razón, se considera que en la zona no se presentan movimientos tectónicos de significancia y que pudieran afectar en alguna medida las actividades del proyecto turístico que se propone (**Figura 4.9**).

Deslizamientos:

Confirmando las características geológicas de la región, el sustrato en el predio de interés, se caracteriza por presentar grandes formaciones rocosas de carácter sedimentario. Por lo que se considera que éstas presentan una consistencia firme y rígida. Además de que la topografía es sensiblemente plana a ligeramente inclinada, situación por la cual se descarta la posibilidad de algún fenómeno de deslizamientos de roca o suelo.

Derrumbes:

A pesar de la naturaleza kárstica de los mantos rocosos que predominan en las capas profundas del subsuelo del área de interés, en la región no se cuenta con registros recientes de que este fenómeno se pueda presentar.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.10 se muestra la distribución del suelo *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa*.

Suelo

- *Tipos de suelos en el predio del proyecto y su área de influencia.*

Las características de los suelos están determinadas por la interacción de los principales factores de formación; como son: la roca madre, el clima, los organismos, topografía y tiempo, los cuales en mayor o menor intensidad han influido en su formación. De esta manera, el suelo es originado por el depósito de materiales (detritus), es decir, por la acumulación sobre la superficie mineral de basura orgánica o humus asociado, y por la mínima solución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes.

En este sentido, en la zona del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa* los suelos son correspondientes a las distintas capas geológicas que se distribuyen en la región. Así en la zona litoral se manifiestan aquellos de carácter arenoso y de reciente formación, mismos que se han catalogado del tipo *Regosol calcárico*. En la zona de inundación que se encuentra de manera aleadaña, en donde estos se transforman en anegadizos, fue identificada la distribución de suelo de tipo *Gleysol eútrico*.

De manera adicional, hacia la porción de tierra firme y más alejada del mar Caribe y con vegetación de selva, los suelos han evolucionado aún más y manifiestan un carácter pedregoso y rocoso, con suelo alojado en las pequeñas depresiones y fisuras de la roca y debajo de las mismas. En esta zona la profundidad es menor a los 20 cm, aunque en algunas partes llega a presentar una profundidad máxima de 60 cm. De acuerdo a las observaciones realizadas en el área, a veces el suelo se encuentra formando láminas delgadas de 1 a 2 cm sobre las rocas y fisuras. Es por ello que se han catalogado del tipo *Leptosol lítico*.

- *Incluir un mapa de suelos donde se indiquen las unidades de suelo.*

En la **Figura 4.10** se muestra la distribución del suelo en la zona del *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa*.

- *Características fisicoquímicas:*

a) Estructura.

Para los suelos *Regosol calcárico* correspondientes con arenas del litoral no presentan una estructura definida, lo cual está relacionado con el hecho que éste se integra de material calcáreo y pedacaría de organismos (gasterópodos y corales) que son arrastrados por la fuerza del mar y del viento. En el caso de los suelos tipo *Gleysol eútrico* presentan una estructura de gránulos cuando está seco. Finalmente para el suelo tipo *Leptosol lítico* se presenta una estructura granular con un tamaño medio y desarrollo débil.

b) Textura.

Para la determinación de la textura del suelo se utilizó el método del hidrómetro, las muestras obtenidas presentaron las texturas que se mencionan en la siguiente **Tabla 4.7**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.7 Tipo de textura del suelo en el *Bahía Turquesa*.

TIPO DE SUELO	TEXTURA			TIPO
	Arena	Arcilla	Limo	
Regosol calcárico	100	0	0	Arena
Gleysol eútrico	81.12	14.72	4.16	Arena franca
Leptosol lítico	83.12	12.72	4.16	Arena franca

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior, se puede resumir que los suelos de la zona son de muy reciente formación, aun aquellos de la selva baja subcaducifolia.

c) Porosidad.

La porosidad de los suelos del predio en donde se pretende ubicar el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se ha definido de acuerdo al porcentaje de humedad gravimétrica, es decir, el contenido de humedad atrapada entre cada grado de suelo. Así en la **Tabla 4.8** se muestran los datos encontrados en cada una de las unidades de suelo y vegetación identificadas.

Tabla 4.8 Porosidad en términos de humedad gravimétrica	
Tipo de vegetación	H.G en %
Regosol calcárico	1.16
Gleysol eútrico	17.78
Leptosol lítico	41.78

De los datos de la tabla anterior, se puede resumir que los suelos del litoral presentan mínimos contenidos de humedad, debido a una excesiva porosidad de los granos de suelo; a su vez está relacionado con el hecho de que el suelo no tenga una estructura definida.

En el caso de los suelos *Gleysol eútrico* que se manifiestan en la zona de inundación, se presenta un valor de 17.78 % el cual es un valor bajo. No obstante, este valor es significativo ya que generalmente este tipo de sustrato tiende a retenerse grandes volúmenes de humedad producto de la precipitación pluvial que en la zona alcanza hasta los 1,500 mm anuales. Además de que al tiempo de realizar el muestreo, éstos se encontraban inundados. No obstante, se reconoce que durante la temporada seca se puede llegar a deshidratar completamente.

Por otra parte, de acuerdo a los valores de la tabla anterior, se reconoce que el suelo tipo *Leptosol lítico* propios de la selva baja subcaducifolia presenta una porosidad baja a media, lo que permite la retención de humedad que garantiza que las especies de la selva puedan absorber el agua que requieren para llevar a cabo sus procesos fisiológicos.

d) Capacidad de retención el agua.

Dentro de los factores que influyen de manera íntima en la capacidad de saturación del suelo, está en primer lugar el régimen de lluvias que se presentan en la zona, ya que un fenómeno extraordinario de sequía o exceso de humedad, puede rebasar todas las expectativas de absorción de humedad del suelo, afectando directamente el comportamiento de la vegetación que en él se desarrolla. La textura de igual manera es importante, ya que los suelos de textura fina poseen una mayor retención de la humedad, permitiendo que el agua se distribuya homogéneamente y a manera de una película que cubre los espacios entre los finos granos de sustrato. De acuerdo con Daubenmire (1947) un

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

suelo de textura gruesa y con alto contenido de roca apenas tiene la expectativa de almacenar un 25 % de humedad, que la que retiene uno de textura fina.

Por otra parte, el contenido de materia orgánica también contribuye a una mayor retención de humedad, debido a que su comportamiento en el suelo es de tipo coloidal, asimismo se sabe que una cantidad dada de materia orgánica puede retener hasta 9 veces su propio peso de agua. No obstante, dado que el mayor contenido de materia orgánica se ubica en la capa superficial, ésta presentará una mayor capacidad de retención del agua, de ahí que las prácticas agrícolas de quema, contribuyen negativamente a la capacidad de retención de humedad del suelo.

De acuerdo a lo anterior, se puede considerar que en el caso de los suelos tipo *Regosol calcárico* por la ausencia un buen contenido de materia orgánica y la textura media que presentan, dejan que sea la influencia del medio marino y a la cantidad de lluvia que se pueda precipitar en la zona como el factor principal que contribuye a mantener el nivel de saturación del suelo, por lo que presentan una cantidad de agua a saturación que varía entre un 6 y 10 %.

Por ello en el caso de los suelos de la zona baja de inundación y que corresponden al tipo *Gleysol eútrico*, se tienen una cantidad de agua de hasta 170 y 200 % a saturación. En este tipo de suelo se debe considerar que se pueden mantener permanentemente inundados, por lo que solamente son propios para la distribución de especies acuáticas facultativas como son los tulares, manglares, etc.

Finalmente, el suelo de la selva baja subcaducifolia del predio de interés, presenta una capacidad de saturación que varía entre 78 y 130%, dependiendo por supuesto de la cantidad de lluvia que se pueda presentar en la zona. De acuerdo a los porcentajes anteriores, se puede esperar que se presente cierto grado de inundación por acumulación de agua de lluvia durante la presencia de alguna lluvia extraordinaria.

e) Color.

El color del suelo se obtuvo utilizando la tabla de Bunsen. Por ello los resultados se muestran en la **Tabla 4.9**.

Tabla 4.9 Color del suelo en las muestras del conjunto de predios de interés.	
TIPO DE SUELO	COLOR
Regosol calcárico	Blanco;
Gleysol eútrico	Café oscuro.
Leptosol lítico	Café rojizo oscuro.

f) *pH*.

Para la medición del *pH* se utilizó el potenciómetro en el sobrenadante en equilibrio en la suspensión del suelo, obteniéndose para las muestras los resultados se anotan en la **Tabla 4.10**.

Tabla 4.10 Valor del <i>pH</i> en las muestras de suelo del conjunto de predios de interés.	
TIPO DE SUELO	<i>pH</i>
Regosol calcárico	8.72;
Gleysol eútrico	7.78.
Leptosol lítico	7.78.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

El *pH* es una variable importante dentro de la evaluación de la calidad del agua, ya que influencia la mayoría de los procesos biológicos y químicos. Cuando los valores son menores a 6 se puede presentar una alta dilución de contenido orgánico. Por otra parte, con valores por arriba de 8.5 se puede atribuir a procesos de eutroficación. No obstante, los valores encontrados para la zona del Hotel Cozumel se pueden incluir dentro del rango de lo natural.

g) Contenido de sales y sodicidad.

La salinidad del sustrato en el predio de interés se ha considerado en términos de su conductividad eléctrica, mientras que la sodicidad en términos del % de saturación de sodio. Por ello en la **Tabla 4.12**, se anotan los valores obtenidos.

Tabla 4.12. Valores de salinidad y sodicidad en los suelos del conjunto de predios.			
TIPO DE SUELO	C.E. mmhos/cm	%SATURACION DE NA	DEFINICIÓN
<i>Regosol calcárico</i>	0.5150	< 40	Suelo salino
<i>Gleysol eútrico</i>	1.1753	45	Suelo salino
<i>Leptosol lítico</i>	0.1246	< 15	Ligeramente salino

De acuerdo a los análisis realizados, el suelo analizado en el predio donde se pretende ubicar el *Hotel Cozumel* se puede considerar como de tipo salino. Desde luego que este no es un factor limitante para el desarrollo de las comunidades vegetales, ya que éstas se distribuyen de manera exuberante en la región. Además de que pueden ser aprovechados con el fin de establecer algún tipo de cultivo o práctica agrícola.

h) *Nutrientos.*

Para los suelos de la región se han reportado valores de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que se muestran en la **Tabla 4.13**.

Tabla 4.13 Valores de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los suelos del conjunto de predios:			
TIPO DE SUELO	ELEMENTOS		
	N (%)	P (ppm)	K (Mc/100 gr)
<i>Regosol calcárico</i>	0.01	4.68	0.31
<i>Gleysol eútrico</i>	0.90	8.52	1.07
<i>Leptosol lítico</i>	1.02	4.89	1.48

Los datos de la tabla anterior son indicativos de la presencia de suelos con una fertilidad regular a escasa. Además de que estos son propios para el sostenimiento de una vegetación natural. Por lo que no son adecuados para realizar algún tipo de cultivo.

i) Contenido de materia orgánica.

Para la obtención de porcentaje de materia orgánica contenida en las muestras de suelo del predio de interés, se utilizó el método de Walkley y Black modificado. Los resultados que se obtuvieron se indican en la **Tabla 4.14**.

Tabla 4.14 Valores contenido de materia orgánica los suelos del conjunto de predios.		
TIPO DE SUELO	Materia orgánica en %	DEFINICIÓN
<i>Regosol calcárico</i>	1.05	Extremadamente pobre

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.14 Valores contenido de materia orgánica los suelos del conjunto de predios.		
TIPO DE SUELO	Materia orgánica en %	DEFINICIÓN
Gleysol eútrico	10.46	Extremadamente rico
Leptosol lítico	16.43	Extremadamente rico

Los resultados que fueron exhibidos en la tabla anterior, se encuentran acordes a lo esperado, es decir, los suelos del litoral son de muy reciente formación, y por lo tanto, extremadamente pobres en el contenido de materia orgánica.

Por su parte, los suelos de la zona baja de inundación son mucho mejor desarrollados y en donde la cubierta vegetal de elementos herbáceos y arbóreos contribuye con aportes importantes de materia orgánica, al grado que de acuerdo análisis se pueden considerar como extremadamente ricos.

Finalmente, los suelos de la selva baja subcaducifolia son mucho mejor desarrollados y en donde la cubierta vegetal de elementos arbóreos contribuye con aportes importantes de materia orgánica, al grado que de acuerdo análisis se pueden considerar como extremadamente ricos.

Agua

Como se ha referido, el área de interés se ubica en la Región Hidrológico Administrativa No. XII denominada Península de Yucatán, la cual ha sido definida por la Comisión Nacional del Agua en publicación en el Diario Oficial de la Federación en mayo de 1998. En esta región no aparecen montañas, grandes elevaciones de terreno y no existen escurrimientos superficiales de importancia; por lo que se describe como una superficie plana y de baja altitud. La porosidad del suelo no mantiene con facilidad el agua en la superficie y solo la filtra hasta llegar al manto freático, lo cual crea corrientes subterráneas que desgastan los muros de piedra caliza en las cavernas y al desplomarse dan origen a los cenotes. Las aguas subterráneas forman un solo cuerpo de agua al que se denomina "Acuífero de Yucatán". Para la región el agua de lluvia es la principal fuente de agua dulce para todos los usos. Es por ello que la región se ha subdividido en 3 Regiones Hidrológicas definidas bajo las claves RH-31, RH-32 y RH-33. (**Figura 4.11**). De acuerdo a esta distribución, el estado de Quintana Roo se encuentra incluido en dos de la Regiones referidas, correspondiendo con:

- a) La zona Norte de la Entidad se ubica dentro de la RH-32 que se denomina Yucatán Norte (Yucatán), con un 31.77 % de su territorio.
- b) La zona Centro-Sur que se ubica dentro de la RH-33 denominada como (Yucatán este) Quintana Roo, con un 68.23 % de su superficie (INEGI, 2005).
- c) En este sentido, la zona de interés se ubica dentro de la RH-32. Esta región es extremadamente extensa ya que alcanza a cubrir prácticamente todo el estado de Yucatán, parte del Norte de Campeche y sobretodo el norte de Quintana Roo incluyendo las zonas insulares. Por lo cual ha sido subdividida en dos cuencas, definidas como 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán).
- d) En este caso y de acuerdo con el INEGI (2005), el límite de estas Cuencas es correspondiente de alguna manera con las fronteras estatales establecidas en las diferentes cartas geográficas. De esta forma, el proyecto se ubica dentro de la Cuenca 32A (Quintana Roo), misma que se encuentra delimitada hacia el Norte por el Golfo de México; al sur por la RH-33; al Este por el Mar Caribe; y al Oeste, por el estado de Yucatán.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

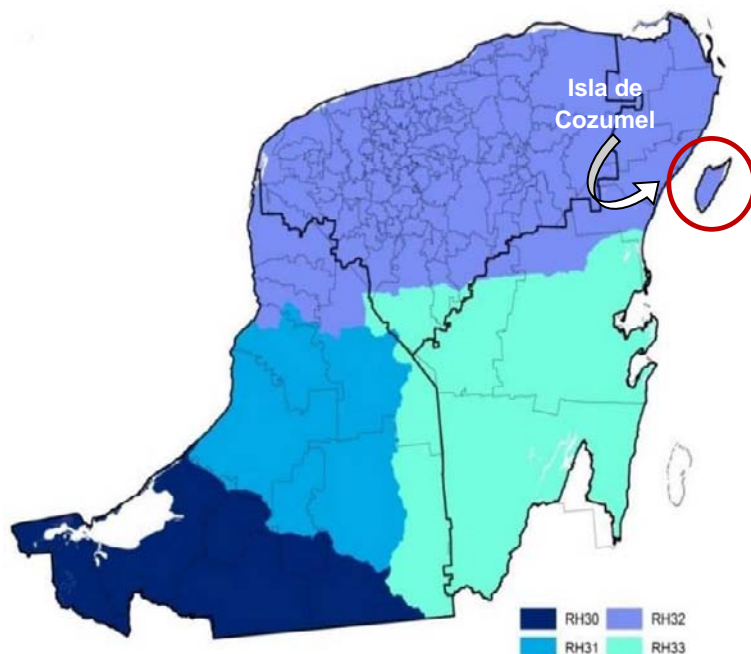


Figura 4.11 Regiones hidrológicas de la Península de Yucatán

- e) De manera adicional, la Cuenca 32A (Quintana Roo) ha sido subdividida en 6 Subcuencas, correspondiendo a la zona de interés la que se denomina bajo la clave “f”. lo cual comprende toda la superficie de la Isla de Cozumel, lugar en el que queda enclavado el proyecto motivo del presente estudio (**Figura 3.2**).
- f) En lo que se refiere a la RH-33 denominada como (Yucatán este) Quintana Roo, comprende la parte Centro-Sur del Estado, además de porciones mínimas de los territorios de Yucatán y Campeche, Asimismo, esta Región Hidrológica se extiende hacia los países de Belice y Guatemala.

En lo referente a la hidrología superficial, el área de estudio en su parte terrestre corresponde con una microcuenca delimitada con criterios principalmente topográficos, la cual contiene en su parte más baja una franja inundable cubierta por una asociación de humedales con predominio de especies de manglar. Dado la superficie plana de la Isla se carece de cauces o escurrimientos superficiales, por lo que no hay riesgo de que el establecimiento del proyecto pueda afectar flujos hidrológicos hacia o desde el área de manglar.

En cuanto a la hidrología subterránea, la isla Cozumel formalmente está definida como un acuífero libre, identificado con el número 2305, el cual, de acuerdo con la más reciente actualización de disponibilidad de agua subterránea de CONAGUA, alcanza los valores de carga y recarga que se muestran en la **Tabla 4.15**.

Tabla 4.15 Región Administrativa Península de Yucatán: Acuífero Isla de Cozumel.							
CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		millones de m ³					
2305	ISLA DE COZUMEL	208.7	160.4	12.958558	8.2	35.341442	0.000000

R: Recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Los valores referidos, indican que aún existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Isla de Cozumel. Por lo que el volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero es de 48.3 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida.

Adicionalmente la CONAGUA señala que el “Acuífero dulce” de Cozumel está limitado superiormente por la superficie freática, inferiormente por la interfase salina y lateralmente al oriente, norte y sur, por la Formación Mirador, que aflora en las áreas costeras empantanadas, y al poniente, donde se halla la zona del proyecto, por el litoral con el mar Caribe. Por lo que la mayor recarga del acuífero ocurre en la zona central de la Isla y, desde ahí, fluye radialmente por el subsuelo hacia la costa, donde sus flujos principales en algunas partes han formado sistemas de cavernas, como los denominados Chankanaab y El Aerolito, al norte del sitio del proyecto, y Cocodrilo, al sur, y alimentan zonas inundables, sobre todo de la zona sur, norte y Este, y de manera más puntual en áreas como Chankanaab en el Oeste (Amigos de Sian Ka’an, 2014).

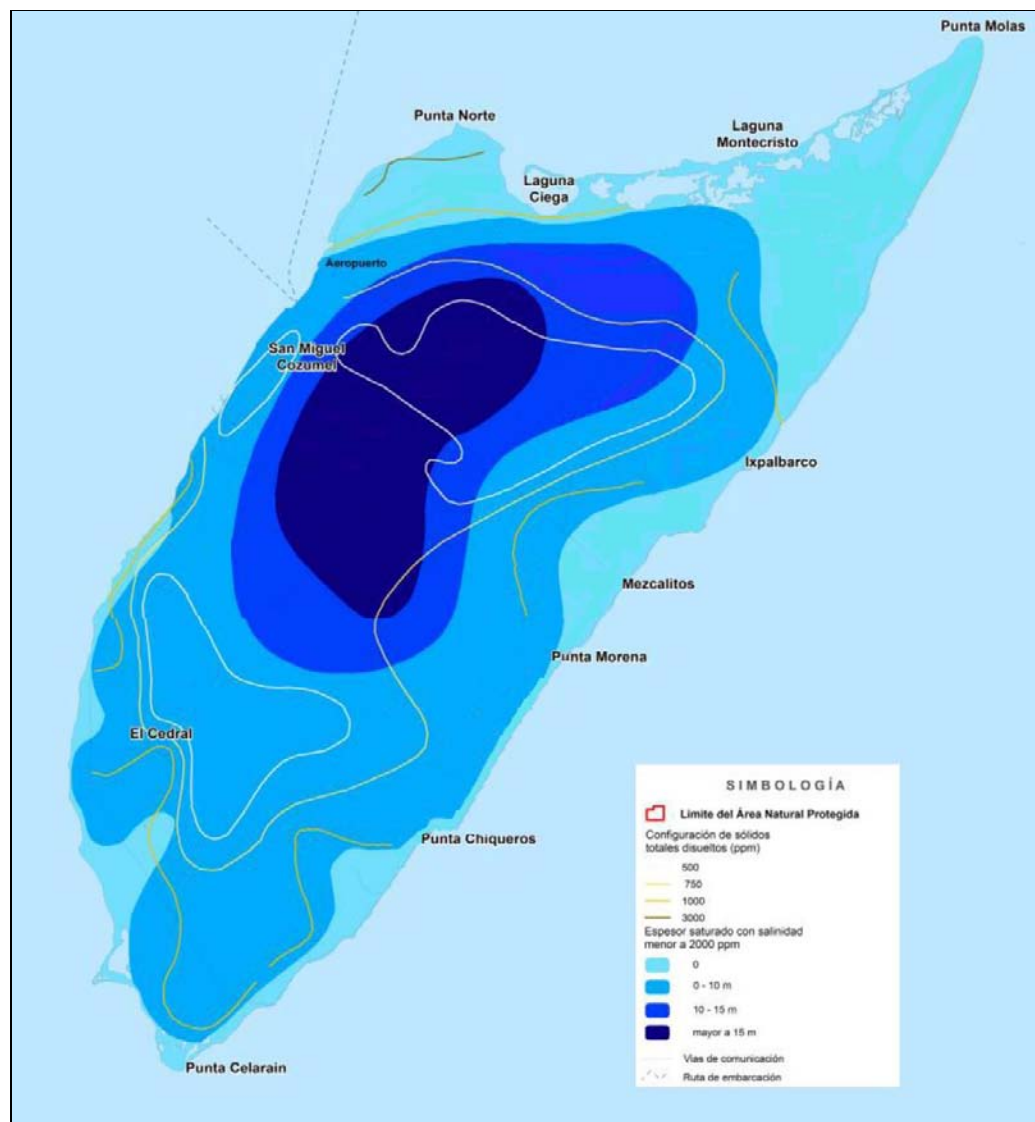


Figura 4.12 Calidad y volumen del agua subterránea en la Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Respecto a la estructura hidrogeoquímica del acuífero, la interfase salina se halla entre los 15 y 23 m en la parte central de la isla, pero el grosor de la lente disminuye hacia la costa, hasta un valor de 0 m, lo que impide el aprovechamiento en esa zona, por lo que los pozos de extracción sólo están en la parte central, donde el espesor de agua dulce es mayor y tiene valores de sólidos totales disueltos aceptables para el consumo. Al respecto el POEL del municipio de Cozumel reconoce la zona de recarga y extracción, identificada como la UGA C1, con política de Conservación (**Figura 4.12**).

Conforme a las características generales del acuífero de la Isla de Cozumel, las actividades que se pretenden realizar en los inmuebles del proyecto no pone en riesgo la cantidad ni la calidad del acuífero, pues no se ubica en una zona de recarga o extracción ni prevé vertidos de ningún tipo al suelo o al agua.

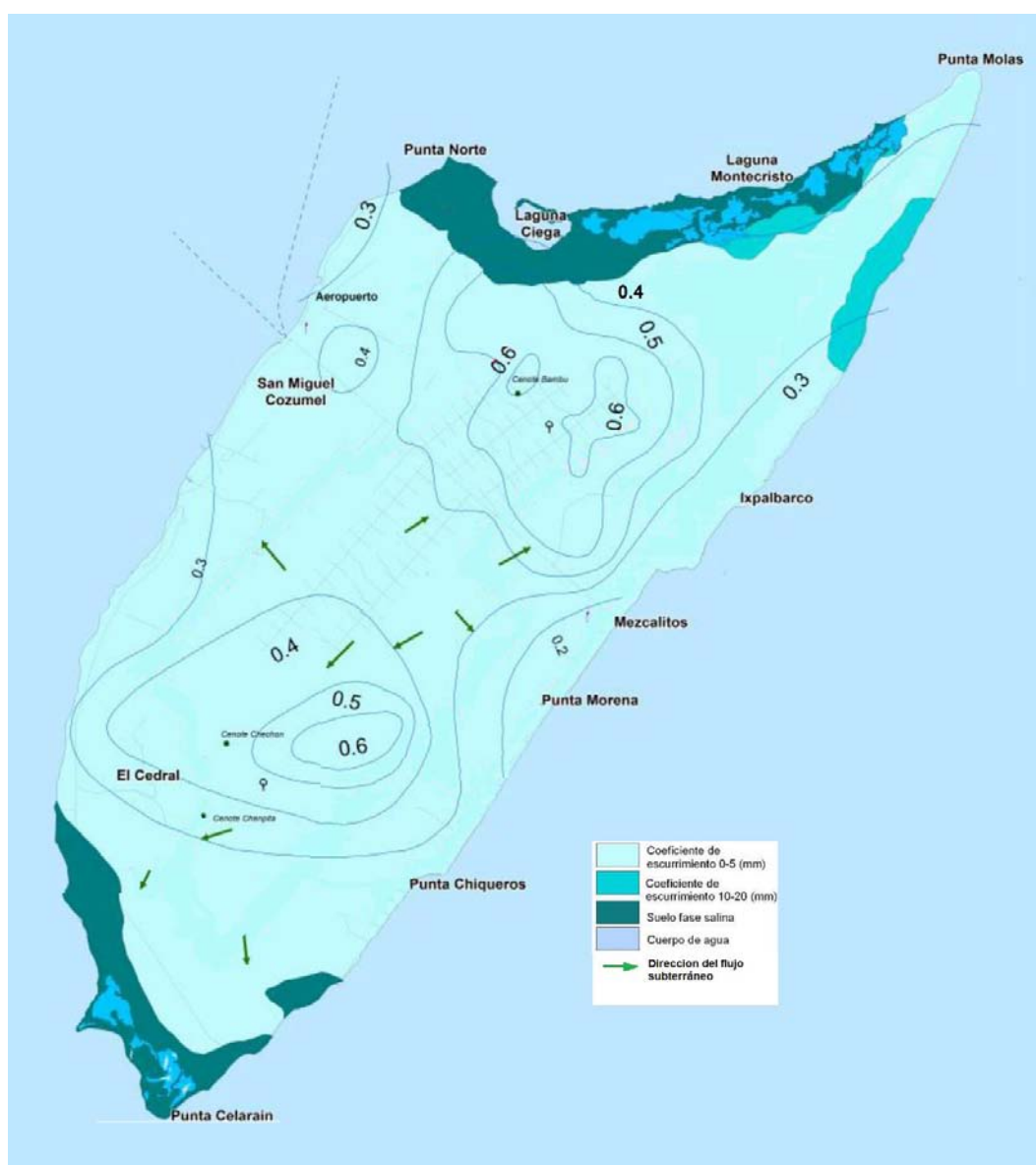


Figura 4.13 Coeficiente de escurrimiento y dirección de los flujos subterráneos en la Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

El proyecto tampoco se ubica en el curso de los flujos principales hacia la costa, ni en los que alimentan humedales o lagunas costeras ni en el curso de los sistemas de cavernas identificados en la isla. Se puede agregar además que las obras del proyecto serán superficiales o de poca profundidad, sin llegar nunca al nivel freático, por lo que no hay riesgo de afectar hipotéticas corrientes subterráneas (**Figura 4.13**).

Respecto a las condiciones hidrológicas específicas del sitio del proyecto, en la delimitación del área de estudio ya se presentó la delimitación de la microcuenca que contiene las obras, la cual incluye una zona de inundación con manglar. Aunque esta microcuenca pudo ser parte de un sistema mayor, fue separada por la construcción de la carretera costera sur, en 1969, la cual forma ahora uno de sus límites. No obstante, a la fecha no se aprecia un deterioro significativo en el sitio de manglar que pudiera atribuirse a esa causa, siendo el principal problema la presencia de basura dispersa.

La zona inundable no parece tener influencia marina regular ni aportes subterráneos, sino que depende de los aportes pluviales, aunque si tiene comunicación con el mar, pero al parecer en un solo sentido, pues se encontró un canal de rebosamiento en la playa arenosa aledaña, por donde se desborda hacia el mar el agua acumulada en la depresión cuando hay lluvias muy abundantes.

La pendiente hacia el mar indica la dirección del flujo el cual puede arrastrar materia orgánica, aunque en cantidades pequeñas, pues nunca se ven en el mar las plumas de sedimentos o taninos comunes cuando el aporte es significativo. En el resto de la microcuenca no se registran otros rasgos hidrográficos superficiales, como cauces o escorrentías.

Considerando las características descritas, no se prevé que el desarrollo del proyecto pueda causar efectos negativos en el sistema hidrológico superficial, toda vez que no contempla hacer aprovechamientos o vertidos; en tanto que las obras que se pretende realizar no afectarán los flujos hidrológicos del área ni de la zona de manglar, que depende de la precipitación pluvial. En todo caso, el proyecto garantizará que las que las aguas residuales generadas en la operación no sean vertidas al suelo o cuerpos de agua, sino depuradas en la planta de tratamiento del proyecto autorizado *Plan Maestro Bahía Turquesa*.

Por lo que hace a la hidrología subterránea, en el sitio del proyecto no hay cenotes, dolinas ni cavernas visibles, ni se identificaron canales subterráneos en las pruebas de sondeo realizadas en la zona (para el proyecto Plan Maestro Bahía Turquesa). Las observaciones en la zona marina no revelaron la presencia de afloramientos de agua procedente de la isla.

De acuerdo con los estudios en el área, el acuífero se encuentra a una profundidad media de 2 m y los sondeos realizados antes dieron una profundidad del nivel freático de 1.56 m.

Las condiciones descritas no impiden el desarrollo del proyecto, toda vez que las obras del mismo no afectarán el flujo subterráneo de la zona, pues el tipo de cimentación para las obras es de poca profundidad y aun las obras que requieren excavación, como la alberca y el aljibe, lo mismo que el hincado de pilotes, se harán por encima del nivel freático; también es de considerar que la poca altura de los edificios a construir ejercerá una presión moderada sobre la cimentación, por lo que no hay riesgo de hundimientos o compactación que puedan afectar la infiltración natural del agua en el subsuelo.

Aire

En términos atmosféricos, a diferencia de sitios como el Valle de México, el área del proyecto es abierta y los vientos permiten una dispersión eficiente de los componentes del aire, por lo que no

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

hay condiciones para la acumulación de emisiones o la generación de fenómenos como la inversión térmica.

La corriente general de vientos que domina la costa oriental de la isla son los alisios, por lo que de febrero a septiembre son dominantes del este al sureste, con velocidad promedio de 15 km/hora, alcanzando frecuentemente velocidades de 30 km/hora, en depresiones atmosféricas tropicales (80 – 90 Km/h) y más de 120 km/h en huracanes. De octubre a enero predominan vientos con componente norte, siendo menos intensos que los de verano.

El aire en la zona de estudio es un componente para el cual el proyecto es irrelevante, pues éste no incluye en su operación actividades que impliquen emisiones a la atmósfera, salvo las que generen los vehículos de motor, que ya de por sí circulan por las dos carreteras cercanas al sitio, y las de las lanchas de los prestadores de servicios que operan en la zona marina, reguladas por la capitania de Puerto y la Dirección del ANP. Se cuidará que los motores estén encendidos sólo el tiempo necesario para sus operaciones y no más.

Para la etapa de construcción podría ocurrir la dispersión de materiales de construcción, lo que podría afectar la zona marina, por lo que se cuidará que los materiales estén confinados, cubiertos o regados para evitar este proceso. Igualmente se usarán equipos de combustión, por periodos cortos, por lo que se cuidará que en estén en buen estado.

Además y de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México (INEGI, 2011), en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación. A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

Oceanografía costera

- *Perfil costero.*

El perfil costero del área de estudio es correspondiente con el origen de la isla como desprendimiento desde la zona continental de la Península de Yucatán, lo cual se considera está relacionado con la inflexión NNE-SSW del sistema disyuntivo Bacalar-Cozumel. En este caso, para el Lote 43 ubicado hacia el norte se encuentra una ligera ensenada que da forma a una pequeña playa arenosa, la cual emerge del fondo marino de manera paulatina, se eleva tan solo unas cuantas decimas de centímetro para dar paso a unos 20 m de la zona cubierta por humedales con manglar.



Foto 4.20 Litoral en la zona norte que se conforma por una playa arenosa.



Foto 4.21 Litoral en la zona sur que corresponde con la costa rocosa

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Hacia la zona sur y frente al Lote 43-1 se encuentra una saliente rocosa, la cual es precisamente conocida como Punta Tormentos. Esta se manifiesta con un contorno irregular, con presencia de afloramientos rocosos emergidos por lo que hacia la zona intermareal puede formar pozas de marea. De manera adicional el perfil costero se ha ilustra en la **Figura 4.14**

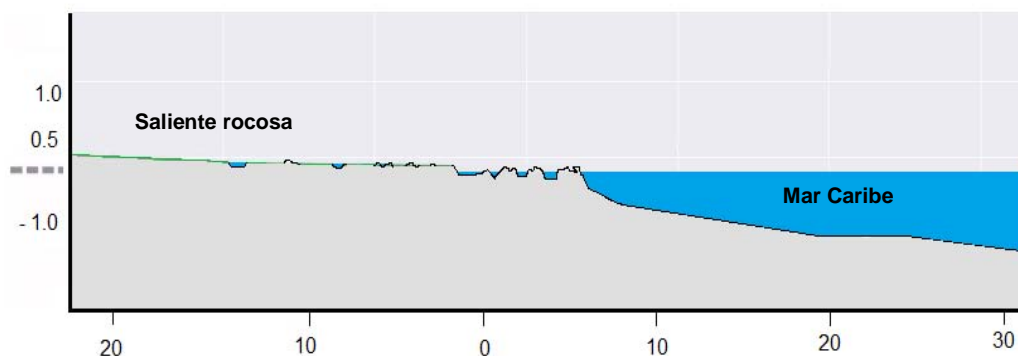


Figura 4.14. Perfil costero en la zona de costa rocosa,

Hacia la zona norte se ubica un ensenada que se forma precisamente por la presencia de Punta Tormentos, hacia esta zona el perfil de playa se eleva suavemente para forma una playa arenosa, solamente que esta declina nuevamente para favorecer la presencia de zonas de inundación en donde se integran los humedales (**Figura 4.15**).

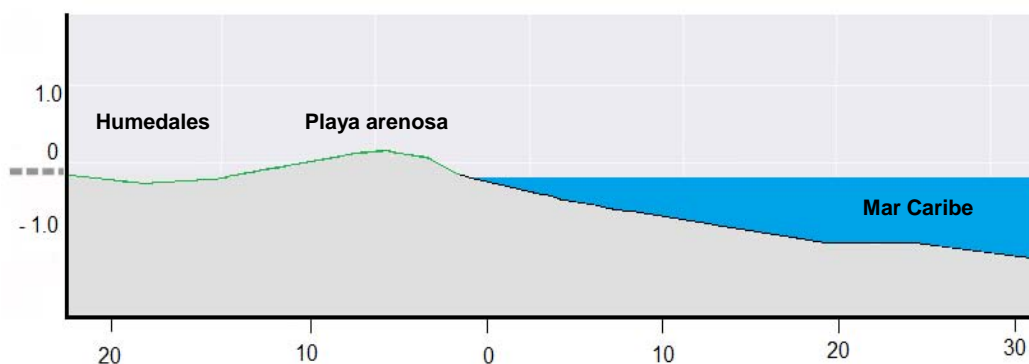


Figura 4.15 Perfil costero en la zona de playa arenosa,

Con referencia a la plataforma costera que se manifiesta en la zona de Punta Tormentos, de acuerdo con los trabajos de Reyes Bonilla (2011)¹, se considera que ésta desciende de forma paulatina sin que se presenten accidentes notables o escalones abruptos, hasta aproximadamente la cota de -20 mbnm, punto a partir cual comienza el cantil el cual cae repentinamente hasta alcanzar profundidades mucho mayores a los -40 mbnm. Por lo que en la **Figura 4.16** se presenta su representación gráfica.

¹ Reyes Bonilla, H. 2011. Monitoreo complementarios de algas, invertebrados y peces en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. Universidad Autónoma de Baja California Sur. **Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. DM007** México D.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.17 Plano batimétrico

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

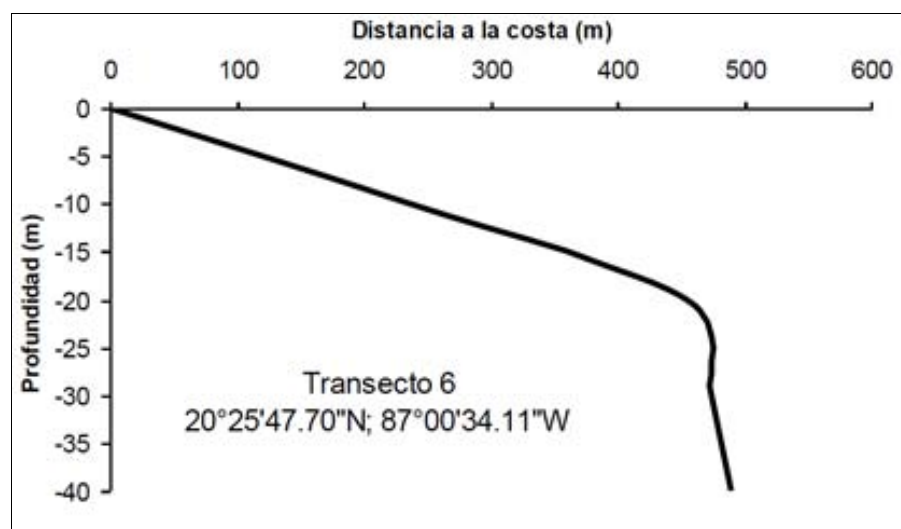


Figura 4.16 Perfil de la plataforma costera en la zona de Punta Tormentos (Reyes Bonilla, 2011).

En este caso, la formación arrecifal más cercano al área de estudio, corresponde precisamente con el Arrecife Tormentos, que se frente al sitio del proyecto y a aproximadamente a 500 m de distancia en línea recta. Este se trata de un arrecife profundo que se desarrolla precisamente en el borde del cantil, lo anterior toma sentido, cuando se considera que en inglés esta zona sea conocida como Tormentos Wall. Este arrecife es del tipo bordeante profundo, que forma un gran cuerpo discontinuo en una matriz de fondo arenoso.

- *Batimetría costera.*

En el fondo marino de la zona de estudio se refleja la suavidad de la pendiente que se manifiesta en la plataforma insular propia del área de uso intensivo del Parque Marino Arrecifes de Cozumel. Por lo que esta se ubica desde los 0 a 3.0 mbnm en una distancia aproximada de 120 m desde la línea litoral.

Asimismo, en el perfil batimétrico de alguna manera se reflejan los efectos del contorno que se muestra en la zona litoral. De esta manera, frente a la plataforma donde se manifiesta la saliente rocosa (Lote 43.1), la acreción que se puede observar es mínima y la profundidad es mayor respecto a la distancia a la costa, por lo que se alcanza a los 95 m una profundidad de 3 mbnm. Mientras que hacia el norte y frente a la entrante que se manifiesta (frente al Lote 43), se muestra que existe una fuerte acumulación de arena en el fondo marino que inclusive habrá de dar forma a una playa arenosa. En este caso, la diferencia de la cota -3.0 mbnm respecto a la distancia a la costa es de 134 m (**Figura 4.17**).

Por lo anterior, el trazo de la ubicación del embarcadero (entre otras causas) se ha propuesto justo a partir de la saliente que integra Punta Tormentos, donde se alcanza la profundidad requerida a una distancia menor de la costa y el riesgo de afectar la zona de bajos fondos es menor.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.18 fondo marino

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Tipos de fondo marino.*

En la porción marina del área de estudio identificaron 5 tipos de fondo distintos, aunque con diferencias sutiles, relacionados en cierta medida con la profundidad, pero más marcadamente con el perfil litoral, pues se apreció un gradiente de acumulación de arena que aumenta de sur a norte; es decir, desde la saliente hacia la entrante.

Además de las diferencias de acreción, los 5 tipos de fondo constituyen ambientes distintos, donde la colonización y ocupación por comunidades bentónicas tiene también un gradiente de aumento de sur a norte y de la costa hacia mar abierto.

La ubicación del embarcadero se hará sobre la zona menos compleja y de menor ocupación del sustrato por la comunidad bentónica, por hallarse frente a la saliente donde la energía del oleaje incidente es mayor y, consecuentemente, la acumulación de sedimentos es mínima.

Enseguida se muestra la imagen donde se distingue la distribución de los tipos de fondo en el área de estudio marina, en la que se incluye la posición del embarcadero rústico del proyecto, el cual llegará hasta una profundidad de -2.5 m.

- *Patrón de mareas.*

Las variaciones mareales en la isla son de un rango pequeño. Se trata de un ciclo de mareas mixto semidiurno de baja amplitud, que se caracteriza por tener dos máximas de marea al día, con los siguientes valores.

Nivel medio máximo durante mareas vivas: 0.24 m
Nivel medio de pleamar: 0.21 m
Nivel medio del mar: 0.13 m
Nivel medio de bajamar: 0.03 m
Nivel medio mínimo durante mareas vivas: 0.0 m

- *Circulación costera.*

El patrón de corrientes regionales viene definido por la Corriente del Caribe, que a su vez es generada por la Norecuatorial y la de Guyana cuando éstas ingresan a este mar a través de las Antillas menores. El resultado es una rama principal con una velocidad de 1-2 nudos que, la cual al pasar por Cozumel se bifurca, dando lugar a un brazo que pasa por el canal de Cozumel, donde avanza en dirección sur-norte con una velocidad media de 1.5 nudos.

En la zona costera oeste de Cozumel se registran algunas contracorrientes temporales relacionadas con el perfil costero, sobre todo

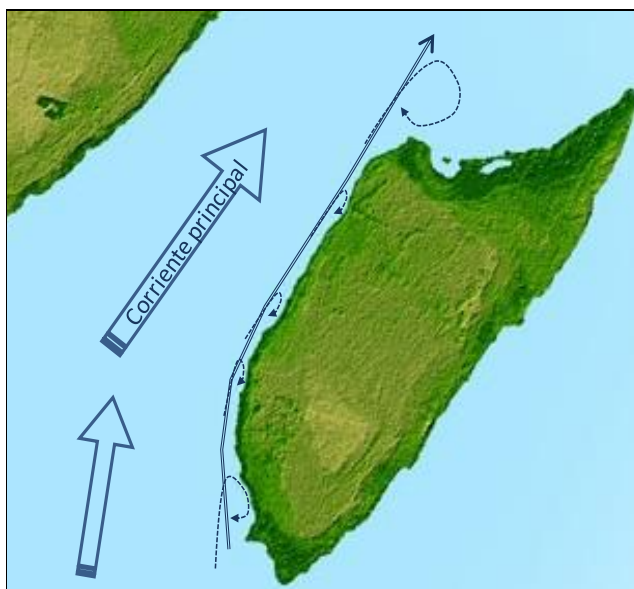


Figura 4.18 Patrón de circulación de las aguas del mar Caribe en la zona de Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

en las entrantes más grandes y en el extremo norte. En la parte marina del área de estudio la corriente predominante es la principal hacia el norte.

- *Oleaje.*

El oleaje predominante sobre Cozumel se origina en el Mar Caribe, donde la mayor parte del año se forman olas de 1 a 1.5 m de altura y periodos de 7 a 8 segundos. En el área de estudio la costa, a sotavento, está protegida de ese oleaje aproximadamente en el 60% del ciclo anual, cuando sólo registra oleaje producido por el viento local con alturas menores a los 0.3 m, con olas manocromáticas de pequeña amplitud, con efectos de viento y refracción despreciables. De enero a mayo los “Nortes” causan oleaje de esa dirección, que incide sobre la costa oeste de la isla. Este tipo de oleaje es de alturas de 1 a 2 m y periodos de 3 a 4 segundos, por lo que resulta significativo.

- *Transporte litoral.*

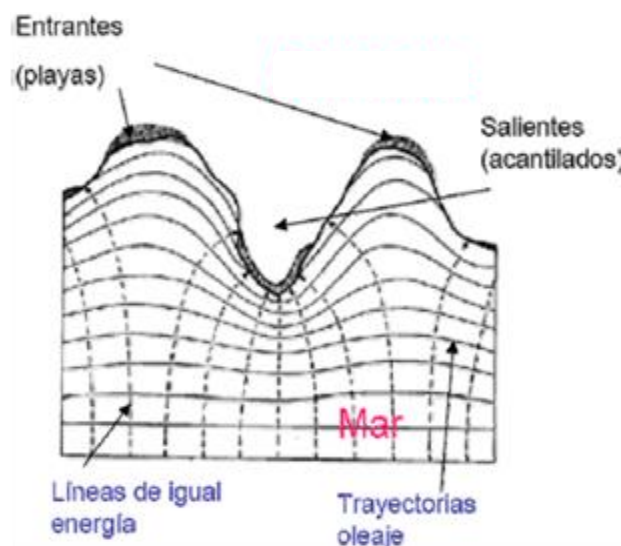
El transporte litoral de la costa oeste de Cozumel está directamente relacionado con las corrientes marinas y el oleaje incidente sobre los accidentes de la morfología litoral, la cual en muchas partes es abrupta y no permite la acumulación de arena, por lo que en gran parte de la costa oeste no se forman playas y los sedimentos se acumulan en gran medida en el llamado Banco Norte, más allá del extremo norte de la isla, donde termina el Canal de Cozumel y la corriente se abre y da lugar a una contracorriente que gira en el sentido de las agujas del reloj y finalmente vuelve a incorporarse al flujo principal, proceso que permite una mayor decantación de los materiales suspendidos, lo que da lugar a grandes arenas submarinos.

En el lado sur de la costa oeste también hay formación de playas emergidas y arenas submarinos, a causa de contracorrientes locales derivadas del perfil costero, las cuales también dan lugar a la acreción.

Esas condiciones han dado lugar a la creación de las zonas hoteleras Norte y Sur, precisamente relacionadas con la presencia de playas arenosas, en tanto que la porción central de la costa, abrupta y con escasez de playas, ha dado lugar al mayor desarrollo portuario, con muelles comerciales para buques de carga y pasajeros.

El área de estudio en su parte marina se encuentra en la franja sur caracterizada por la acumulación de arena, en lo que la caracterización hecha para el POEL identifica como Fondo Marino Arenoso. En el sitio específico donde se pretende establecer el embarcadero los fenómenos de transporte litoral están muy relacionados con el perfil y la morfología litoral y sus efectos sobre la propagación del oleaje.

En el sitio se encuentran formaciones que típicamente causan fenómenos de difracción y refracción del oleaje, donde se tiene una saliente (Punta Tormentos) donde las líneas ortogonales o rayos del frente de onda del oleaje tienden a cerrarse o concentrarse, aumentando la energía de las olas al reducirse el frente de ataque; en este caso se mantiene la suspensión de sedimentos.



**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Al norte de la saliente se halla una entrante donde ocurre lo contrario, los rayos de incidencia se abren al aumentar el frente de ataque, lo que disipa la energía de las olas y permite la decantación. En suma, en el área frente al proyecto no hay procesos de erosión significativos, salvo en tiempo geológico, pero sí ocurre un proceso de acreción que ha dado lugar a la playa de la entrante y la acumulación de arena en el fondo marino.

La dinámica actual de transporte litoral en el área no será alterada significativamente por el establecimiento del embarcadero rústico, ya que al ser establecido sobre pilotes no tendrá influencia alguna en la conformación natural de morfología costera, ni representará un obstáculo, como sería el caso de un espigón o escollera, capaz de modificar las corrientes, efectos que requieren diseños de barreras sólidas como las escolleras, que precisamente para eso se establecen.

IV.3.2. Medio biótico

Vegetación.

- *Metodología para la caracterización de la vegetación.*
 - i. Para efectuar la caracterización de la vegetación y el inventario de los recursos florísticos del conjunto de predios, se realizó un extenso recorrido por el área de estudio. El reconocimiento de la zona fue facilitado por la existencia de la Antigua Carretera Costera Sur que cruza la propiedad en sentido Norte-Sur. A la existencia de un camino de acceso ubicada hacia la porción central del conjunto de predios. Además de que se recorrieron brechas existentes al interior del mismo, por lo que al final se pudo identificar gran parte de las especies presentes en el sitio.
 - ii. Se contó con el apoyo de la fotografía aérea de la zona en escala 1:10,000, por lo que fue posible tener una vista en detalle de la distribución de cada uno de los tipos de vegetación presentes en el área.
 - iii. Se corroboró el plan de vegetación el cual se entregó de manera anexa a los estudios de impacto ambiental y cambio de uso del suelo que motivaron las autorizaciones de las etapas previas del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*.
 - iv. Por otra parte, la vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, por lo que se realizaron observaciones de los diámetros promedio de las especies a la altura del pecho (DAP), alturas promedio de rodales de vegetación y presencia-ausencia de especies caducifolias y perennifolias, etc.
 - v. Dentro de la vegetación de duna costera que consiste de herbáceas y arbustivas, se realizaron muestreos a través de 20 cuadrantes de 2 X 2 m. Para el caso del humedal con manglar se realizaron 10 puntos de muestreos en transecto, por lo que cada sitio alcanzó un área de 20 X 2 m (400 m² en total). Para la selva baja caducifolia con vegetación secundaria se realizaron 15 puntos de muestreo a través de círculos de 12.60 cm de radio (500 m²).
 - vi. Los criterios para la toma de datos ecológicos fueron los siguientes: Se consideró a un individuo como árbol cuando poseía más de 10 cm en diámetro a la altura de pecho (DAP) y considerándose una altura de 1.30 m desde el nivel de piso. Para las especies herbáceas y arbustivas únicamente se obtuvieron valores de densidad (presencia-ausencia).
 - vii. Para cada uno de los individuos muestreados se tomó la siguiente información: Nombre de la familia botánica, nombre científico, nombre común, diámetro a la altura de pecho (DAP) y altura total (**Foto 4.22**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

viii. Con los datos obtenidos, se pudo obtener valores ecológicos como son:

Densidad de especies: misma que se estimó en términos de número de individuos por unidad de área. Valor de Importancia Ecológica a través de la sumatoria de los valores de densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa.

Índice de diversidad. Éste se obtuvo únicamente para las especies de la selva baja de transición, por lo que se empleó la función propuesta por Shannon-Wiener que se expresa como:

$$H = \frac{S}{\sum_{i=1}^S (p_i)} \sum_{i=1}^S (p_i) (\ln p_i)$$

En donde: H = Índice de diversidad. S = Número de especies. Pi = Proporción del total de la muestra. Ln = Logaritmo natural.



Foto 4.22 Medición del DAP de las especies arbóreas.

viii. Además, se obtuvieron relaciones que refieren la distribución de las clases diamétricas y categorías de alturas.

ix. La identificación de las especies fue realizada directamente en el campo y solamente no fue posible identificar un pequeño grupo de especies del grupo de las gramíneas, por lo cual se tomó una muestra para su posterior determinación taxonómica en el Herbario.

x. Para efectuar la determinación y la correcta nomenclatura de los nombres científicos de las especies reportadas se consultaron los manuales y las claves de identificación existentes en la bibliografía; principalmente: la Flora de Yucatán (Standley, 1930), la Flora de Guatemala (Standley, *et al.* 1946-1977), Árboles comunes de Puerto Rico (Little, *et al.* 1974), la lista florística de la Isla de Cozumel (Téllez y Cabrera, 1987). Así como el listado reportado para la Península de Yucatán (Sosa, *et al.* 1985).

xi. También se anotan los nombres comunes más frecuentes que se emplean en la región para designar a las distintas especies. Aunque se reconoce que la mayor parte de éstos proviene de las referencias bibliográficas consultadas, en virtud de que no existe una población que habite el área en particular y, por tanto, se carece de informantes.

xii. De manera adicional, se consultó parte del material de la colección del Herbario de Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), con sede en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo. Esto último fue con el propósito de obtener la identificación de todas las especies vegetales presentes en la zona.

- *Tipos de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante.*

Desde el punto de vista fisiográfico la zona de estudio se conforma de tres ambientes, los cuales están representados por dos zonas relativamente elevadas respecto al nivel medio del mar y que se caracterizan por la presencia de una vegetación de duna costera y selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario, así como una zona francamente baja y sujeta a procesos de inundación temporal y permanente en donde se manifiesta un intrincado ecosistema en el que se desarrollan los humedales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Figura 4.19 VEGETACIÓN

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por las características anteriores, a través de toda esta zona el nivel de saturación que puede alcanzar el sustrato es un factor a considerar para entender la distribución de los tipos de vegetación de la región; por lo que resulta evidente que las especies tienden a desarrollarse acordes con terrenos elevados y no sujetos a inundación, en comparación con aquellos que son propios de terrenos bajos e inundables. Bajo esta situación, en la zona se habrán de manifestar manchones o mosaicos de comunidades vegetales, originados precisamente por una compleja estructura geológica que caracteriza a la región.

Por otra parte, la zona de interés se ubica de manera aledaña al litoral con el mar Caribe, por ello se habrá de ver influenciada por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. Al respecto se debe citar que en el sitio se han sentido con toda intensidad los efectos del huracán Wilma, que se manifestó en la zona en el mes de octubre del 2005 y fue un fenómeno ubicado dentro de la categoría 5 de la escala Saffir-Simpson, ya que sostuvo vientos y rachas que alcanzaron los 278 km/Hr. Una vez manifiestos los efectos negativos que ocasionó este fenómeno en la estructura de la vegetación, se debe mencionar que actualmente se observa la asimilación de estos eventos aunque es notoria la pérdida de las copas de los árboles de mayores dimensiones, así como la abundancia de especies trepadoras y al interior de la selva un abundancia de elementos de baja talla y en proceso de desarrollo. A pesar de ello, no se consideran cambios en los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona (**Figura 4.19**).

De manera complementaria, en la **Tabla 4.16** se hace un resumen de los tipos de vegetación presentes a lo largo del predio de interés, anotándose las principales asociaciones que se pueden manifestar dentro de éstos. Por otra parte, en la sección siguiente se habrá de describir las características fisonómicas y algunos parámetros ecológicos de cada una de estas comunidades.

Tabla 4.16 Ecosistemas y asociaciones vegetales presentes en el predio de interés.	
TIPO DE VEGETACIÓN	ASOCIACIONES TÍPICAS
I. Duna costera	Zona de rompiente de marea
	Zona estabilizada
II. Vegetación acuática facultativa	
III. Selva.	

- *Descripción fisonómica de la vegetación.*

I. Duna costera

Las zonas costeras son las principales áreas en donde los fenómenos naturales como son tormentas y huracanes, los cambios sistemáticos en el nivel de la marea, las corrientes marinas, etc., manifiestan toda su intensidad. La naturaleza de estos fenómenos es de difícil comprensión, ya que de igual manera transportan y depositan grandes cantidades de materiales pétreos (en ocasiones grandes masas de roca), arena y otros tipos de sedimentos, o son causa de intensos procesos de erosión. No obstante, la combinación de todos estos factores finalmente da forma a un característico paisaje costero y litoral.

Para la zona costera ubicada en la porción nororiental de la Isla de Cozumel, este tipo de eventos han sido claramente constatados, ya que el paso de los huracanes más recientes (Wilma, 2005; Dean, 2007; entre otros), han contribuido a la fuerte modificación del paisaje y han generado intensos procesos de erosión y depósito de materiales a todo lo largo de la franja litoral.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.23 Vista de la costa rocosa en donde se observa su ubicación apenas por arriba de nivel medio del mar y la presencia de grandes masas de roca.



Foto 4.24 Amplias zonas en donde se manifiesta la roca calcárea expuesta con vegetación esparcida constituida por pequeñas herbáceas y algunas arbustivas de carácter raquíptico.



Foto 4.25 Otra vista de la costa rocosa con vegetación más densa pero de muy baja altura esparcida y distribuida entre las rocas calcáreas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En algunos puntos, se puede considerar que estos eventos tuvieron un carácter intenso aunque a la vez fuertemente minimizado, ya que la zona costera de la Isla de Cozumel se caracteriza por la presencia de un sustrato de origen calcáreo expuesto y que integra la costa rocosa. De acuerdo a lo anterior, en amplias zonas predomina un paisaje de grandes masas de roca expuesta intercaladas con ensenadas de longitud diversa cubiertas por playas arenosas. De cualquier manera, se considera como paisaje típico la dominancia de espacios cubiertos de roca.

De acuerdo con lo anterior y con base en las observaciones realizadas, en la duna costera del conjunto de predios de interés precisamente se ha identificado la presencia de estos dos grandes ambientes, por lo que en la zona de rompiente de marea (correspondiente con la Zona Federal Marítimo Terrestre y fuera de la propiedad privada), se manifiesta un sustrato de tipo rocoso-arenoso que se cubre de elementos herbáceos; además de una zona estabilizada, que se cubre con una diversidad de elementos herbáceos y arbustivos. De esta manera, las características fisonómicas más relevantes se describen en los siguientes apartados.

a) Zona de rompiente de la marea.

Como se ha citado, esta área corresponde con la ZOFEMAT y fuera de los límites de la propiedad privada. No obstante y precisamente por esta ubicación, se encuentra dentro del área de influencia directa de cualquier actividad que envuelva el desarrollo de un proyecto productivo que pudiera realizarse en el sitio. Dos ambientes fueron identificados en esta zona como son:

i) Costa rocosa.

De manera general, se considera que a través de toda la franja sur de la ZOFEMAT del conjunto de predios, se manifiesta la costa rocosa con gran esplendor y, por tanto, corresponde con una de las características relevantes de la franja costera oriental de la Isla de Cozumel. De acuerdo con Loga (1969) y Jordán (1988), la plataforma insular termina entre 20 y 30 m de profundidad, dando lugar al talud insular que se precipita en una pendiente cercana a la vertical, hasta alcanzar profundidades mayores de 400 m. El origen de esta terraza que constituye la plataforma insular no ha sido determinado, pero es muy probable que corresponda a una terraza de erosión, fenómeno muy común en todo el Caribe y que fueron formadas por exposición alternada de ambientes submarinos y subaéreos durante las transgresiones marinas del Pleistoceno.

De acuerdo a lo anterior, este tipo de formación integra un área en donde es evidente el afloramiento de macizos calcáreos que conforman la roca madre y que se ubican directamente en la línea de rompiente de la marea, mismos que se presentan a una altitud que varía entre 0.30 y 0.50 msnm. Además, para la zona de interés esta franja manifiesta una amplitud que varía entre los 20-30 m de ancho. Sobre esta formación y en las oquedades formadas por acción de la marea, la erosión eólica y la gran cantidad de roca calcárea acumulada por arrastre de las fuertes marejadas propias de la zona, se distribuye una vegetación de tipo esparcido u ocasionalmente formando manchones densos, aunque de muy baja altura. Por su ubicación, las especies que integran esta asociación son tolerantes a condiciones extremas en cuanto a intensidad de luz, elevada salinidad, irrigación temporal por agua marina y carencia de sustrato.

Entre las especies vegetales típicas de la costa rocosa destaca la presencia de: *Borrichia arborescens*, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Lantana involucrata* (orégano de playa), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Sporobolus virginicus*, *Suriana maritima* (pantzil), *Stemmodia maritima*. Algunas de estas especies presentan tallos postrados y leñosos de hasta 2 cm de diámetro (*B. arborescens* y *C. erectus*), pero apenas alcanzan entre 20 y 40 cm de altura. Aunque existe la dominancia de individuos herbáceos frágiles y de cerca de 10 cm de altura. La distribución que

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

manifiesta esta vegetación presenta un carácter realmente disperso, por lo que se aprecian amplios espacios en donde la roca calcárea se encuentra completamente desnuda.

De acuerdo con los muestreos realizados en esta zona, se registran los valores de densidad que se anotan en la **Tabla 4.17**.

Tabla 4.17 Densidad de especies para la vegetación de costa rocosa.			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD Individuos/100 m²
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>		44
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia buxifolia</i>		18
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	12
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.		9
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de mar	7
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce dioica</i>		7
Scrophulariaceae	<i>Stemmodia maritima</i>		6
Asteraceae	<i>Ageratum littorale</i>		5
Simaroubaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	4
Combretaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Muc	4
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i>		4
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.		4
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>		3
Asteraceae	<i>Borrichia arborescens</i>		2
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	1
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	1

Para esta comunidad se reporta la distribución de 16 especies, de las cuales *Sporobolus virginicus* es la que alcanza los más altos valores de densidad con 44 ind/100 m², seguida de *Euphorbia buxifolia* con 18 ind/100m². Al respecto, se debe mencionar que estas especies corresponden con pequeñas herbáceas de hasta 15 cm de altura. La primera presenta una distribución por medio de estolones, lo que contribuye de manera directa a su alta abundancia en la zona. Ante esta característica no es extraño que para el ecosistema sean más conspicuas especies como de tallas más altas como son: *Borrichia arborescens*, *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), *Suriana maritima* (pantzil), entre otras de menor abundancia.

ii) Vegetación pionera en la playa arenosa.

De acuerdo a las observaciones, la playa arenosa se manifiesta hacia la zona norte de los inmuebles costeros del proyecto y dentro de la ZOFEMAT. Esta corresponde con una zona donde se interrumpe la costa rocosa. De hecho en este sitio el perfil de playa forma una ligera ensenada que es favorecida precisamente por la punta que forma la costa rocosa y que localmente se denominada Punta Tormentos. De manera general, la playa arenosa alcanza una amplitud que varía entre 5 y 15 m de ancho y se conforma de un sustrato francamente arenoso, constituido por el depósito de materiales, roca de distintas dimensiones, arena y restos de materiales biógenos que son transportados por las corrientes marinas.

Al respecto y de acuerdo a los estudios que se han realizado en la región, la vegetación en esta zona debería ser correspondiente con una variedad de especies pioneras, mismas que se caracterizan por la dominancia de pequeñas herbáceas y rastreras que se distribuyen de manera abundante en la zona y que se mantienen bajo la influencia directa de los cambios en el nivel de marea, en especial, durante la temporada de “nortes” y tormentas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.26 Playa arenosa con relativa poca abundancia de materiales de desecho arrastrados por la corrientes oceánicas.



Foto 4.27 Manchones de vegetación más densa con *Ambrosia hispida* sobre la playa arenosa.



Foto 4.28 Vista de la playa arenosa con presencia de manera densa de individuos de *Fimbristylis ferruginea*.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De esta manera, el perfil topográfico indica la presencia de duna de muy baja altitud y que se ubica entre 0.5 y 1 msnm. A través de la duna se puede presentar una vegetación dispersa integrada por pequeñas herbáceas de las especies: *Cenchrus echinatus* (espino de playa), *Euphorbia buxifolia*, *Flaveria linearis*, *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), *Sporobolus virginicus*. Los individuos se distribuyen de manera dispersa alrededor de manchones más densos y alcanza entre 0.20 y 050 cm de altura. Se puede dar la presencia de individuos más desarrollados de *Lantana involucrata* (orégano de playa) y *Tournefortia gnaphalodes* (muc). Así como algunos arborescentes como *Suriana marítima* (pantzil).

Por otra parte, actualmente esta zona se mantiene con cierta abundancia de basura y desechos que son acarreados y depositados por las corrientes oceánicas, lo cual es una característica de todas las playas de la Entidad.

Además, se debe citar que en esta zona la vegetación de duna se ubica en la transición con la zona de humedales con manglar que se habrán de describir más adelante.

No obstante que se manifiesta una baja abundancia de las especies en la playa arenosa, se llevó a cabo la estimación del parámetro de densidad (**Tabla 4.18**).

Tabla 4.18 Densidad de especies para la vegetación de la playa arenosa.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DENSIDAD Individuos/100 m ²
Cyperaceae	<i>Fimbristylis ferruginea</i>		45
Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>		25
Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>		21
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>		20
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia buxifolia</i>		14
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>		14
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>		12
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce dioica</i>		10
Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de mar	8
Asteraceae	<i>Ageratum littorale</i>		8
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes caprae</i>	Riñonina	5
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Espino de playa	4
Simaroubaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	4
Combretaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Muc	4
Cyperaceae	<i>Fimbristylis cymosa</i>		4
Cyperaceae	<i>Cyperus sp.</i>		3
Asteraceae	<i>Wedelia hispida</i>	Wedelia	2

Para este ambiente se reporta la presencia de 17 especies, además de la dominancia de *Fimbristylis ferruginea* que se distribuye a manera de amplios machones. Además se debe referir que existe gran presencia de especies como *Sporobolus virginicus*, *Ambrosia hispida* y *Phyla nodiflora* que corresponden con individuos que forman estolones, lo que contribuye a que manifiesten de manera más frecuente en el sitio.

b) Zona estabilizada.

De acuerdo con las observaciones realizadas, esta zona se ubica de manera aledaña a la costa rocosa y de alguna manera corresponde con el primer cordón de dunas que se manifiesta en la zona. En la mayoría de los casos, la zona estabilizada se hace manifiesta en un espacio donde solamente se ha dado un ligero levantamiento de terreno y que muestra a través de una sutil y

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

mínima pendiente. Esta zona se caracteriza por la presencia de un suelo de tipo arenoso propio de la zona litoral, la cual se puede ver interrumpida por afloramientos de roca calcárea expuestos.

Dadas su ubicación, se observa una distribución compleja y contradictoria, ya que en algunos puntos el matorral puede ver interrumpida su distribución para dar paso a pequeños manchones cubiertos de vegetación de humedal con manglar. No obstante, de manera genérica se reconoce para esta amplia zona la distribución de un matorral costero.

j) El Matorral costero.

Como se ha referido, esta franja de terreno se ubica de manera aledaña a la costa rocosa. Por lo tanto, a una distancia de 20 a 30 m de la zona litoral. De manera general, se considera que se ubica a una altitud entre los 1 y 2 msnm. Por sus características, se considera como la zona donde da inicio el lomo costero que integra la barra arenosa y alcanza su límite hacia la zona cubierta con vegetación de selva baja subcaducifolia, esta franja puede alcanzar entre los 10 y 40 m de ancho.

Se debe mencionar que esta zona no ha sido afectada por las mareas de tormenta de los huracanes que se han hecho manifiestos en la región. Es por ello que la vegetación tiene como característica más relevante la notoria dominancia de especies arbustivas, herbáceas y rastreras que alcanzan entre los 0.20 y 2 m de altura. Asimismo, a través de toda la zona se pueden presentar elementos arborescentes principalmente de la palma *Thrinax radiata* (chit), mismos que alcanzan hasta los 3 m de altura.

En otras situaciones, dentro de esta comunidad se manifiesta la distribución típica del matorral costero, es decir, una vegetación que se comporta a manera de una amplia barrera de carácter impenetrable, en donde se combinan las diversas especies de plantas herbáceo-arbustivas y en donde no es factible efectuar zonificaciones específicas. Para esta zona, se considera la dominancia de especies de baja altura (entre 1 y 2 m) y en la cual se presenta toda la combinación del elenco de especies propias del matorral costero.

De manera general, los individuos que integran esta vegetación corresponden con los ya señalados, por lo que nuevamente se resalta a: *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cordia sebestena* (siricote de playa), *Pithecellobium keyense*, *Suriana maritima* (pantzil), *Thrinax radiata* (chit), *Tournefortia gnaphalodes* (muc), entre otras.

Dentro de esta asociación, es notoria la ausencia de individuos de *Cocos nucifera* (palma de cocotero), los cuales a través de toda la costa de Quintana Roo han sido afectados seriamente por el *amarillamiento letal del cocotero*. En algunas localidades esta especie prácticamente ha sido erradicada y cuando se les encuentra los individuos manifiestan una distribución aislada, alcanzando mediana talla, y por lo general, carecen de frutos o éstos son de muy mala calidad. Al respecto, se confirma esta misma situación para los individuos observados en la zona.

En lo que se refiere al sustrato que soporta al matorral costero, se confirma que es de tipo arenoso, de grano fino a mediano (aunque es común la presencia de rocas calcáreas de pequeñas a regulares dimensiones), muy profundo y escaso en materia orgánica.

Para este ecosistema también se obtuvieron los valores de densidad, por lo que los resultados se muestran en la **Tabla 4.19**

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.29 Vista del matorral costero ubicado de manera aledaña a costa rocosa, donde predomina un sustrato de tipo arenoso



Foto 2.30 Manchones de vegetación dispersa al interior del matorral costero.



Foto 4.31 Vista del matorral costero con abundancia de elementos arbustivos y presencia de *Thrinax radiata* (chit).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.19 Densidad de especies para el matorral costero en la zona costera occidental de la Isla de Cozumel.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD Individuos/50 m ²
Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>		37
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>		20
Liliaceae	<i>Hymenocalyx littoralis</i>	Lirio de mar	15
Rubiaceae	<i>Ernodea littoralis</i>		13
Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	12
Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	12
Verbenaceae	<i>Phyla nodiflora</i>		11
Poaceae	<i>Panicum ichnantioides</i>		7
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	7
Areaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	5
Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>		4
Capparidaceae	<i>Capparis incana</i>		3
Sapotaceae	<i>Bumelia americana</i>	Mulche	2
Amaranthaceae	<i>Althernanthera ramosissima</i>		2
Cactaceae	<i>Acanthocereus pentagonus</i>		1

De la tabla anterior, se tiene la participación de 18 especies en la estructura del matorral costero típico, en donde sobresalen por sus altos valores de densidad *Ambrosia hispida* con 37.0 ind/50 m², *Pithecellobium keyense* con 20.8 ind/50 m², *Hymenocalyx littoralis* (lirio de mar) con 15.8 ind/50 m². De acuerdo a estos resultados las especies como *Coccoloba uvifera* (uva de mar), o *Thrinax radiata* (chit), son relativamente menos abundantes en la zona, ya que se presentan como individuos más bien aislados o en pequeños manchones. No obstante, por sus hábitos arbustivos y tendencia a integrar tallos leñosos finalmente resaltan de manera poco demés evidente dentro de la comunidad.

II. Vegetación humedales.

Las comunidades vegetales ligadas al medio acuático o al suelo que llega a estar fuertemente saturado con agua aunque sea de manera intermitente son muy variadas. Muchas de ellas son difíciles de estudiar y más aún de describir, ya que a menudo se presentan en forma dispersa, mal definidas, ocupan superficies limitadas o más frecuentemente de muy difícil acceso. Sin embargo, en su conjunto son una parte por demás importante de la cobertura vegetal. Además, se reconoce que la vegetación de los humedales tiene una tolerancia limitada con respecto al factor ambiental y solo se desarrolla si se presenta una serie de condiciones indispensables para su existencia; como es: un determinado intervalo de temperatura, luminosidad, *pH*, concentración de oxígeno, salinidad, etc.

Para la zona de interés, esta vegetación se concentra en las zonas cercanas al mar y en donde la precipitación relativamente alta coincide con áreas de difícil drenaje. Por otra parte, el conocimiento de este tipo de comunidades aún es fragmentado y en grandes áreas no se ha estudiado en absoluto. En consecuencia, es de gran relevancia la caracterización de estas zonas con lo cual se logrará un gran avance en el conocimiento de los recursos naturales del área. En este caso, se han encontrado la distribución de una sola asociación relativa al manglar mixto, una comunidad de dalbergial y el tular.

Con referencia al manglar, se debe citar que corresponde con un ecosistema marino-costero ubicado en los trópicos y subtropicos del planeta. Se distribuye en las costas de América Latina, desde México hasta el Perú y se compone principalmente por especies halófilas, es decir, especies vegetales tolerantes y sujetas a inundaciones de agua salada. Los mangles, elementos fundamentales del ecosistema, son especies leñosas de gran productividad biótica, que crecen y se

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

desarrollan en las zonas intermareales y terrenos anegados de los deltas y estuarios litorales, y se localizan sobre suelos salinos, arenosos, fangosos, arcillosos, con poco oxígeno y a veces ácidos.

Los manglares constituyen un ecosistema irremplazable y único que alberga a una increíble biodiversidad por lo que se los considera como una de las cinco unidades ecológicas más productivas del mundo. Las raíces aéreas del manglar surgen de las aguas saladas en costas, estuarios y deltas. Es muy característico el entretejido que forman estas enormes raíces, solamente visibles durante la bajamar, en donde viven y se desarrollan gran variedad de especies de peces, moluscos y crustáceos.

Por otra parte y desde el punto de vista ecológico, el manglar desempeña funciones importantes que permiten un equilibrio del medio natural como son: el control de inundaciones, la estabilización de la línea costera (control de los procesos de erosión), la retención de sedimentos y sustancias tóxicas ya que contribuyen a la purificación del agua que llega al mar, la desalinización del agua que ingresa a tierra firme, son una fuente de materia orgánica, producción de hojarasca y exportación de biomasa, son una protección contra tormentas e integran cortinas rompevientos y contribuyen a la estabilización del microclima.

Por lo anterior, las características más relevantes de los humedales observados en la zona de interés se describen a continuación:

i) Manglar mixto.

Se considera que dentro del conjunto de predios de interés, el manglar tiene una distribución más menos limitada. Además y como se ha referido, existe una relación entre la playa arenosa y el manglar, por lo que cuando se manifiesta la costa rocosa este último ve limitada su área de distribución. De esta forma, el manglar se manifiesta de manera aledaña a la playa arenosa y sobre suelos cenagosos que se ubican por debajo del nivel medio del mar, por lo que pueden permanecer inundados durante la mayor parte del año. La principal contribución de agua se efectúa por medio de la precipitación pluvial y de manera eventual por la intromisión de aguas salinas que se manifiestan en caso de la presencia de mareas de tormenta. Este tipo de comunidad también fue ubicada hacia la colindancia con la antigua carretera perimetral. El área de distribución de esta vegetación es básicamente hacia una zona baja que se ubica entre 0 y a -0.5 msnm, lo que se favorece la acumulación de agua sobre todo durante la época de lluvias.

Esta asociación se considera que se encuentra fragmentada ya que la construcción de la antigua carretera costera sur dividió la zona en 2 secciones. No obstante, este tipo de eventos ha sido totalmente asimilados por la comunidad, lo que se manifiesta a través de la presencia de una vegetación que alcanza cerca de los 6-8 m de altura y tiene una dominancia de elementos arbóreos que se ubican entre los 5 y 25 cm en DAP.

La vegetación ha sido calificada con el término de *manglar mixto* debido a que integra una compleja comunidad en la cual se manifiesta la combinación de 2 de las 4 especies de manglar que se distribuyen en la Península de Yucatán. No obstante, en general este tipo de manglar se considera como poco diverso, ya que finalmente existe la dominancia de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). De manera adicional, se puede apreciar que esta vegetación se desarrolla bajo condiciones aparentemente poco extremas, por lo que no se aprecia la presencia de afectaciones severas en la cobertura vegetal o que el manglar esté en decadencia.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.32 Vista del manglar mixto con una cobertura de dispersa, y el dosel abierto. Además el sustrato ha perdido de manera natural los excesos de agua



Foto 4.33 Presencia de individuos de *Rhizophora mangle* mayormente juveniles y en fase de desarrollo.



Foto 4.34 Espacios con mayor cobertura por el manglar mixto y cierta abundancia de *Rhizophora mangle*.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De manera adicional, se considera que el dosel arbóreo de este tipo de vegetación aparentemente no ha sido seriamente afectado por la presencia de alguna de múltiples tormentas y huracanes registrados para la zona en años recientes. Por lo que este se presenta a los 6-8 m referidos y para esta época del año es de tipo semiabierto. Una característica importante para esta vegetación es que no se observa ningún tipo de regeneración en el estrato medio y bajo, por lo que será de interés el seguimiento de este parámetro.

De acuerdo con las observaciones esta vegetación manifiesta un ecótono con la selva baja subcaducifolia, por lo que en algunos puntos se puede dar la presencia de julub (*Bravaisia tubiflora*). Además en algunos puntos la topografía del manglar se eleva discretamente, por lo que ubica cerca de los 0 msnm, lo que a la vez favorece un menor grado de inundación. No obstante, ello no impide que la comunidad pueda permanecer inundada de manera intermitente.

Por otra parte, en esta zona el suelo es de tipo margoso, de color gris claro a pardo-grisáceo y puede estar temporal o permanentemente inundados por agua salobre de la laguna interior.

Dentro de esta comunidad se llevaron a cabo muestreos en transecto de 40 m² de superficie, por ello en la **Tabla 4.20** se muestra la distribución de este componente para la comunidad.

Tabla 4.20 Densidad absoluta en el estrato arbóreo del manglar con <i>Conocarpus-Rhizophora</i> .			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DENSIDAD ABSOLUTA (ind/Ha)
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	816
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	400
		TOTAL	1,216

De acuerdo con la tabla anterior, es evidente, en este ecosistema existe un fuerte dominancia de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), la cual alcanza una densidad de hasta 816 ind/Ha, lo que equivale a casi un 60% de los individuos que integran la comunidad.

El análisis de la distribución de las clases diamétricas presentes en los ecosistemas de manglar en el inmueble del desarrollo *Plan Maestro Bahía Turquesa*, permitirá hacer una consideración del desarrollo del ecosistema, ya que la comparación de las distintas tallas que alcanzan los árboles puede ser un indicativo de la madurez de ecosistema. En este caso, en la **Figura 4.20** se muestra la distribución de los diámetros encontrados para Manglar mixto, por lo que es evidente que en la zona existe la participación de los individuos de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) entre los 4 y 20 cm en DAP. Mientras que *Rhizophora mangle* (mangle rojo) se ubica entre los 4 y 8 cm en DAP.

En este sentido, se considera que en general la zona cubierta con manglar mixto presenta un buen estado de conservación, constituyéndose como áreas que no han sido perturbadas seriamente por las actividades humanas a no ser desde luego por la disposición de desechos vegetales. Además de que se espera que no se tengan afectaciones por el proceso de

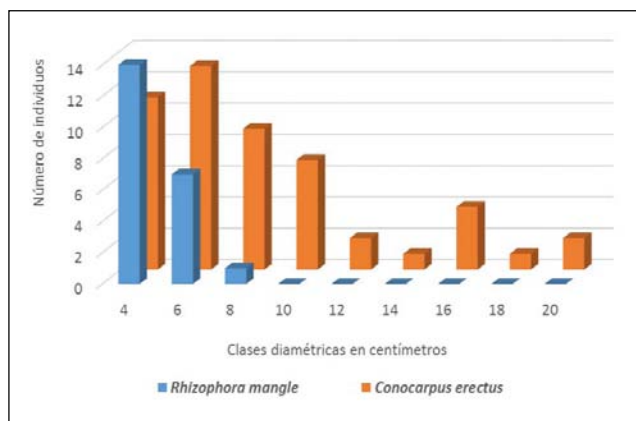


Figura 4.20 Clases diamétricas en el manglar mixto con *Conocarpus-Rhizophora*.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

edificación del desarrollo *Plan Maestro Bahía Turquesa* y sobre el cual se espera no se manifieste ningún evento que contribuya al deterioro de la estructura de los ecosistemas de humedales con manglar existentes.

En el caso de las alturas que manifiestan los distintos individuos de mangle mixto, existe gran heterogeneidad en los valores que llegan a alcanzar. Por lo anterior, en la **Figura 4.21** se muestra la distribución de las especies.

De la figura citada, resulta evidente que *Rhizophora mangle* (mangle rojo) se ubica entre las categorías de 2-4 m de altura; mientras *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) alcanzan alturas entre los 2 y 8 m con una concentración bastante bien definida entre los 4 m. En este sentido, parece ser que en la zona existen buenas condiciones en la transición de las épocas de secas y de inundación, lo que parece ser que favorece la presencia de elementos con alturas de hasta 6 m. No obstante, se espera por realizar más observaciones que permitan definir de manera precisa este comportamiento.

i) Dalbergial.

Para los inmuebles de interés se considera que esta vegetación está presente hacia la porción noroeste del inmueble Fracción II, encontrado su límite de distribución en la confluencia de las carreteras de acceso a la zona. Esta vegetación se integra por individuos arborescentes de tipo dispersos de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), que se encuentran cubiertos de manera por demás densa de *Dalbergia brownei*. Esta última es una planta trepadora de tallos leñosos, que llega a integrar una intrincada masa vegetal y que cubre de manera exuberante las pocas especies arbóreas que se pueden presentar en la zona.

De esta manera, se reconoce que la principal área de distribución de *D. brownei*, es hacia el borde este de la zona de inundación y que colinda con la Antigua Carretera Costera Sur. De esta forma, se presenta en las porciones de terreno sujeta a períodos intermitentes de inundación, aunque en la porción de terreno más alejada de la influencia de las aguas salinas. Asimismo y dada la ubicación de la comunidad se puede considerar que integra una franja de transición entre comunidades hidrófilas y aquellas estrictamente terrestres. Los elementos de mangle botoncillo que se distribuyen dentro de esta zona llegan a alcanzar hasta los 8 m de altura. Además de que pueden estar presentes otras especies que no son propias de zonas inundables como es el huano (*Sabal yapa*).

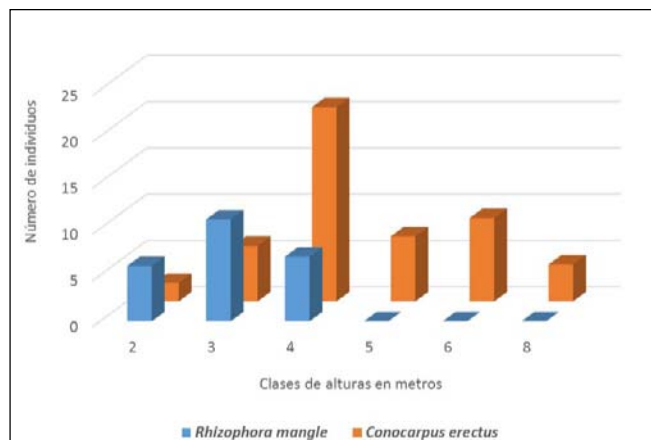


Figura 4.21 Clases de alturas en el manglar mixto con presencia de *Conocarpus-Rhizophora*.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.35 Vista de la zona cubierta por el dalbergial con una cobertura de 100%



Foto 4.36 Espacios completamente cubiertos por *Dalbergia brownii* donde no hay zonas abiertas y desprovistas de cobertura vegetal.



Foto 4.37 Vista de los tallos de *Dalbergia brownii* de entre 1 y 3 cm de diámetro que hacen prácticamente imposible incursionar al interior de esta vegetación.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De manera adicional, se considera que el dosel arbóreo de este tipo de vegetación aparentemente no ha sido seriamente afectado por la presencia de alguna de múltiples tormentas y huracanes registrados para la zona en años recientes. Por lo que este se presenta a los 6-8 m referidos y para esta época del año es de tipo semicerrado.

De acuerdo con las observaciones esta vegetación manifiesta un ecótono con la selva baja subcaducifolia, por lo que en algunos puntos se puede dar la presencia de julub (*Bravaisia tubiflora*). Asimismo, se pueden manifestar especies propias de la selva baja como es el caso de *Manilkara zapota* (chicozapote), *Metopium brownei* (chechem) y *Thrinax radiata* (chit).

De acuerdo con las observaciones y considerando que este tipo de asociación y que se caracteriza por la dominancia una sola especie con hábitos trepadoras y rastreros y que corresponde con *Dalbergia brownei*, únicamente se ha corroborado la densidad que alcanza esta especie y que cubre de manera homogénea la zona con unos 10-30 ind/m². Por lo que en este aspecto se debe mencionar que se una especie trepadora y rastrera de crecimiento exuberante.

Con referencia a la cobertura, por las características de ecosistema se alcanza el 100 % de la zona situación que favorece la conservación de la vegetación ya que prácticamente es imposible el desarrollo de actividades furtivas en el sitio. Las alturas varían entre 2 y 4 m.

Dentro de esta comunidad se observan algunos individuos aislados de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) que miden hasta los 10 cm en DAP y alturas por arriba de los 8 m. Dado el bajo número de individuos no se consideró necesario llevar a cabo observaciones adicionales.

ii) Tular con *Typha dominguensis*.

Esta vegetación se puede considerar como de tipo oportunista y se distribuye a manera de pequeños manchones ubicados de manera aleatoria a las carreteras perimetrales que recorren los inmuebles de interés. Se considera que para dar forma a estas vialidades se ha nivelado y rellenado el terreno por lo que se han formado terrenos bajos. Además de que se ha obstruido el dren natural, lo que motivado áreas que permanecen inundadas por un mayor espacio de tiempo y en las que se desarrolla un vegetación de herbáceas denominadas tulares.

El Tular está representado por áreas cubiertas única y exclusivamente por *Typha dominguensis* (tule). Esta especie se adapta a condiciones variables de inundación y presenta un patrón aparentemente simple de distribución por el hecho de manifestarse como una densa población, por lo que en general, no se observa ningún otro tipo de especies y en ningún caso se presentan especies arbóreas que pudieran contribuir al cambio de las condiciones de irradiación solar en la asociación.

El sustrato en el cual se distribuye esta vegetación es de tipo rocoso, de color gris claro a pardo-grisáceo, con abundante materia orgánica en descomposición y permanece inundado al menos durante la época lluviosa del año. Además, en todos casos el principal aporte de agua que recibe este tipo de comunidad proviene de la lluvia.

En el inmueble del *Plan Maestro Bahía Turquesa*, existen algunos manchones con este tipo de asociación y de forma y tamaño por demás diversa. Como se ha referido, se caracteriza por la dominancia una sola especie con hábitos herbáceos y que corresponde con *Typha dominguensis*. Esta es una planta perenne pero muy susceptible de ser afectada por la variación en el ciclo anual de lluvias, por lo que durante la temporada seca del año la comunidad presentará cuantiosos individuos secas. No obstante y con la presencia de las lluvias, habrá de reverdecer, ya sea por medio de las semillas existente en el sitio o a través de los gruesos rizomas que presentan estas plantas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



64.38 Espacios cubierto por tular con una cobertura de dispersa, la planta es bianual por lo muchos individuos están secos.



Foto 4.39 Presencia de individuos de tule secos entremezclados con juveniles y en fase de desarrollo.



Foto 4.40 Espacios completamente abiertos y abundancia de individuos de tule secos por causas naturales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Ante esta situación, únicamente se corroboró la densidad que alcanza esta especie y que dependiendo de la época del año podrá cubrir de manera homogénea la zona y alcanzar hasta 10-15 ind/m², o bien, en la secas mostrar gran cantidad de individuos secos y densidades de tan solo 1 a 2 ind/m², o en algunos casos, se llegan a presentar amplios espacios abiertos y carentes de vegetación.

Con referencia a la cobertura, por las características de ecosistema se alcanza el 100% durante la época de lluvias, aunque esta se puede reducir a un 10-30% en la temporada seca del año.

III. La Selva.

Dentro de este tipo de vegetación se identificó la presencia de una sola comunidad, cuyas denominación y características más relevantes se describen a continuación:

j) Vegetación de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria.

La selva se constituye como la franja de vegetación más alejada del mar y se ubica en la zona de terreno firme, donde la topografía se eleva hasta los 3-5 msnm, aunque en algunos puntos el perfil topográfico puede declinar hasta alcanzar los 0 msnm y en donde se distribuye la vegetación de humedales.

La vegetación de selva se ha definido como de tipo *bajo*, debido a que se manifiesta una combinación de elementos que alcanzan alturas entre los 6 y 12 m. Por otra parte, se ha aplicado el término de subcaducifolia debido a que más del 50% de las especies que la constituyen tira su follaje durante la temporada seca del año. Para esta vegetación la intrincada estructura geológica que se manifiesta en la zona y que refiere la presencia de un terreno de tipo ondulado en el cual hacia las partes bajas se pueden manifestar procesos de inundación intermitente y flujos laminares al menos durante la temporada más húmeda del año.

En esta caso, las especies pueden ser categorizadas como elementos perennifolios (aquellos que no pierden su follaje durante la temporada seca de año), dentro de las cuales se puede citar: chicozapote (*Manilkara zapota*), huano (*Sabal yapa*), huaya (*Talisia olivaeformis*), naranjillo (*Esembeckya berlandierii*), tadzi (*Neea tenuis*), entre otros.

Además de aquellos considerados como elementos caducifolios (los que pierden su follaje durante la temporada seca del año); como son: *Bursera simaruba* (chaka), *Caesalpinia gaumeri* (kekenche), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Metopium brownei* (chechem), *Piscidia piscipula* (habin), *Vitex gaumeri* (yaxnik), entre otros.

Por otra parte, la selva baja subcaducifolia actualmente integra una asociación vegetal que presenta el dosel semicerrado y en donde se manifiesta una fuerte recuperación de la cobertura del dosel arbóreo.

Las especies dominantes corresponden con numerosos individuos de: *Bursera simaruba* (chaka), *Gliricidia maculata* (sakiap), *Gymnanthes lucida* (yaite), *Thevetia gaumeri* (akitz), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), entre otras. Para esta comunidad la gran mayoría de estas especies presentan DAPs superiores a los 10 cm. La estructura vertical se complementa con un estrato arbustivo de entre 1 y 5 m de altura, con dominancia de especies como: *Jatropha gaumeri* (pomolche), *Lonchocarpus xuul* (xul), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Randia aculeata*, etc.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.41 Vista de la selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva.



Foto 4.42 Zonas con árboles de baja talla producto de las afectaciones naturales que se han manifestado en las selvas del región.



Foto 4.43 Dosel cerrado con árboles corpulentos de tipo disperso en los polígonos de interés.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Una característica adicional de esta vegetación refiere la presencia de especies de suculentas por lo que están presentes individuos como *Selenicereus testudo*, *Nopalea gaumeri*, etc.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, de entre 10 a 30 cm de profundidad, rocosos, que favorecen un drenaje más eficiente, así como una mayor cantidad de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzekele (Leptosol), de color pardo claro, muy rocoso y pedregoso.

- *Composición de especies de la selva baja subcaducifolia.*

Luego de los muestreos realizados en 7,500 m² de la selva baja subcaducifolia con desarrollo secundario de los inmuebles de interés, se ha obtenido un listado de 54 especies. Las cuales se han ordenado de acuerdo con la nomenclatura más aceptada para la región peninsular y se relacionan alfabéticamente por familias y especies.

- *Estratificación de la comunidad.*

Como se ha referido, se han registrado un total de 54 especies para la vegetación de selva baja subcaducifolia en los inmuebles del proyecto “Plan Maestro Bahía Turquesa”, De estas 22 corresponden para el estrato arbóreo que se ubica entre los 6 y 12 m de altura; 20 corresponden con el estrato arbustivo que se ubica entre 1 y 6 m de altura. Además de 39 especies que integran el estrato herbáceo, correspondientes con individuos arbóreos (regeneración) así como plantas trepadoras.

Estrato arbóreo.

El estrato es de carácter discontinuo, en ocasiones representado por individuos aislados o bien, conformado por árboles que se agrupan conformando fragmentos de dimensiones variables. De igual modo se encuentran individuos de los géneros *Lonchocarpus*, *Caesalpinia*, y *Mastichodendron*. En este estrato se cuentan también las palmas como huano (*Sabal yapa*). Las especies y sus valores en cuanto al índice de diversidad se muestran en la **Tabla 4.21**.

Tabla 4.21 Especie de estrato arbóreo y valor de Índice de diversidad					
ESPECIE	NOMBRE COMUN	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	11	0.15	0.81	0.13
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	10	0.14	0.85	0.12
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	7	0.1	1.01	0.10
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	7	0.1	1.01	0.10
<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	5	0.07	1.15	0.08
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chateviga	4	0.06	1.25	0.07
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3	0.04	1.37	0.06
<i>Gliricidia maculata</i>	Cocoite	3	0.04	1.37	0.06
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	3	0.04	1.37	0.06
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	3	0.04	1.37	0.06
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceiba	2	0.03	1.55	0.04
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2	0.03	1.55	0.04
<i>Anona primigenia</i>	Anonilla	1	0.01	1.85	0.03
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	0.01	1.85	0.03
<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	1	0.01	1.85	0.03
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	1	0.01	1.85	0.03
<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	1	0.01	1.85	0.03
<i>Ficus maxima</i>	Álamo	1	0.01	1.85	0.03

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.21 Especie de estrato arbóreo y valor de Índice de diversidad

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1	0.01	1.85	0.03
<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	1	0.01	1.85	0.03
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1	0.01	1.85	0.03
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	1	0.01	1.85	0.03
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.01	1.85	0.03
		70		TOTAL	1.20

Como se ha referido, se registran 22 especies en el estrato arbóreo y un valor en el índice de diversidad de 1.20. Siendo *Vitex gaumeri* (yaaxnik) y *Piscidia piscipula* (habin) las de mayor contribución al ecosistema.

Estrato arbustivo.

Las especies arbustivas que se distribuyen en la selva baja subcaducifolia son las siguientes (**Tabla 4.22**).

Tabla 4.22 Especie de estrato arbustivo y valor de Índice de diversidad

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	16	0.18	0.75	0.13
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	13	0.15	0.84	0.12
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	10	0.11	0.95	0.11
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	8	0.09	1.05	0.09
<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechem blanco	6	0.07	1.17	0.08
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	5	0.06	1.25	0.07
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	4	0.04	1.35	0.06
<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	4	0.04	1.35	0.06
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo	3	0.03	1.47	0.05
<i>Hampea trilobata</i>	Majagua	3	0.03	1.47	0.05
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik	3	0.03	1.47	0.05
<i>Sideroxyllum</i>	Caracolillo	2	0.02	1.65	0.04
<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	2	0.02	1.65	0.04
<i>Croton grabellus</i>	Pereskutz	2	0.02	1.65	0.04
<i>Diospyros verae crucis</i>	Silil	2	0.02	1.65	0.04
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	2	0.02	1.65	0.04
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chateviga	1	0.01	1.95	0.02
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	1	0.01	1.95	0.02
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	1	0.01	1.95	0.02
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1	0.01	1.95	0.02
		89			1.15

Como se ha referido, se registran 20 especies en el estrato arbóreo y un valor en el índice de diversidad de 1.15. Siendo *Lonchocarpus xuul* (xul) y *Gymnopodium floribundum* (tzitzilche) las de mayor contribución al ecosistema.

Estrato herbáceo.

El sotobosque se encuentra bien definido en el sitio y el estrato herbáceo se distribuye de manera heterogénea por lo que pueden llegar a existir amplios espacios descubiertos de vegetación pero

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

donde el sustrato cuenta con gran cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición. Las especies más frecuentes corresponden con individuos propios de los estratos superiores como es *Coccoloba diversifolia* (sakbob) y *Lonchocarpus xuul* (xul), *Neea tenuis* (tadtzi), entre otras. Además de herbáceas como *Laciasis divaricata* (carrizo), *Acacia collinsii* (cornezuelo). También son frecuentes los bejucos como *Paullinia pinnata*, *Dalbergia brownei*, *Arrabidea* sp. El elenco de especies con forma de vida herbácea registrada en el sitio se muestra en la **Tabla 4.23**.

Tabla 4.23 Especies del estrato herbáceo y valor de Índice de diversidad-

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
<i>Hiraea obovata</i>		32	0.13	0.88	0.12
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	30	0.12	0.91	0.11
<i>Paullinia pinnata</i>		18	0.07	1.13	0.08
<i>Dalbergia brownei</i>	Dalbergia	15	0.06	1.21	0.07
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	11	0.04	1.35	0.06
<i>Solanum nudum</i>		11	0.04	1.35	0.06
<i>Eugenia buxifolia</i>	Guayabillo	12	0.05	1.31	0.06
<i>Eugenia axillaris</i>	Guayabillo	8	0.03	1.49	0.05
<i>Laciasis divaricata</i>	Carrizo	8	0.03	1.49	0.05
<i>Acacia collinsii</i>	Cornezuelo	6	0.02	1.61	0.04
<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo	6	0.02	1.61	0.04
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	6	0.02	1.61	0.04
<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomoche	7	0.03	1.54	0.04
<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	7	0.03	1.54	0.04
<i>Arrabidea</i> sp.		4	0.02	1.79	0.03
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	4	0.02	1.79	0.03
<i>Callicarpa acuminata</i>	Xpukin	4	0.02	1.79	0.03
<i>Diospyros verae crucis</i>	Silil	4	0.02	1.79	0.03
<i>Hemiangium excelsum</i>	Salbetz	4	0.02	1.79	0.03
<i>Sabal yapa</i>	Huano	4	0.02	1.79	0.03
<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechem blanco	4	0.02	1.79	0.03
<i>Serjania yucatanensis</i>		4	0.02	1.79	0.03
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	4	0.02	1.79	0.03
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	5	0.02	1.69	0.03
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	5	0.02	1.69	0.03
<i>Acanthocereus pentagonus</i>	Pitahaya	2	0.01	2.09	0.02
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Toyub	2	0.01	2.09	0.02
<i>Eugenia mayana</i>	Guayabillo	2	0.01	2.09	0.02
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	2	0.01	2.09	0.02
<i>Myrcianthes fragans</i>	Guayabillo	3	0.01	1.91	0.02
<i>Randia aculeata</i>		3	0.01	1.91	0.02
<i>Calytranthes pallens</i>	Guayabillo	1	0.00	2.39	0.01
<i>Glirocidia maculata</i>	Sakiap	1	0.00	2.39	0.01
<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Chaksikin	1	0.00	2.39	0.01
<i>Picramnia antidesma</i>		1	0.00	2.39	0.01
<i>Randia longiloba</i>	Cruceta	1	0.00	2.39	0.01
<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	1	0.00	2.39	0.01
<i>Styzyphyllum riparium</i>		1	0.00	2.39	0.01
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	1	0.00	2.39	0.01
				TOTAL	1.40

Como se ha referido, se registran 39 especies en el estrato herbáceo y un valor en el índice de diversidad de 1.40. Siendo *Hiraea obovata* y *Coccoloba diversifolia* (sakbob) las de mayor contribución al ecosistema.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Clases de alturas.*

Con base en los datos obtenidos en los sitios de medición, se observa que la altura máxima de la vegetación en el área a ocupar por el proyecto alcanzó hasta los 12 m, aunque la mayor concentración de los individuos se ubica en el rango de los 8 m.

- *Clase diamétricas.*

Los valores en DAP variaron de 10 cm a 24 y más cm, Aunque la mayor concentración se ubica a los 10 y 12 cm en DAP.

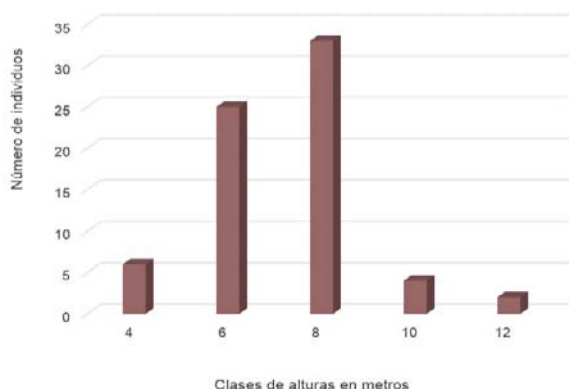


Figura 4.22 Distribución de clases de alturas en la selva baja subcaducifolia.

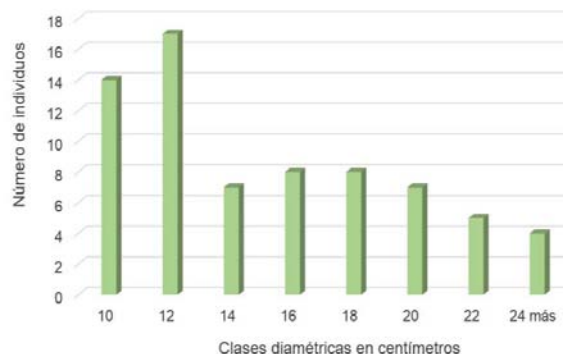


Figura 4.23 Distribución de clases diamétricas en la selva baja subcaducifolia.

- *Índice de Valor de Importancia*

Con el Índice de Valor de Importancia (IVI) se midió de forma comprehensiva el aporte de la Frecuencia relativa, Densidad relativa y la Dominancia relativa de las especies arbóreas, como una forma de ilustrar la composición de la flora. Los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 4.24**.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	I.V.E.
Yaaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	15.49	15.06	40	70.55
Habin	<i>Piscidia piscipula</i>	14.08	22.24	33.33	69.66
Sakbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	9.86	12.12	33.33	55.31
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	9.86	8.69	20	38.55
Copo	<i>Ficus cotinifolia</i>	7.04	4.48	20	31.52
Tadzi	<i>Neea tenuis</i>	4.23	4.93	20	29.15
Cocoite	<i>Gliricidia maculata</i>	4.23	4.59	20	28.82
Chateviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	5.63	3.62	13.33	22.59
Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	4.23	4.49	13.33	22.05
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.82	3.66	13.33	19.81
Copo	<i>Ficus padifolia</i>	1.41	0.66	13.33	15.4
Huano blanco	<i>Gymnopodium floribundum</i>	4.23	1.8	6.67	12.7
Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.82	1.77	6.67	11.26
Chechem negro	<i>Metopium brownei</i>	1.41	2.39	6.67	10.47
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	1.41	1.83	6.67	9.91
Xul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.41	1.63	6.67	9.7
Majagua	<i>Hampea trilobata</i>	1.41	1.35	6.67	9.42
Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.41	0.94	6.67	9.01

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.24 Valor de Importancia Ecológica para las especies de la Selva baja subcaducifolia.

NOMBRE COMUN	ESPECIE	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	I.V.E.
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1.41	0.86	6.67	8.94
Anonilla	<i>Anona primigenia</i>	1.41	0.72	6.67	8.8
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	1.41	0.72	6.67	8.8
Naranjillo	<i>Esembeckya berlandierii</i>	1.41	0.6	6.67	8.68

- *Especies con Categoría de Protección*

Entre las especies de flora con categoría de riesgo que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el predio del proyecto se registran la **Tabla 4.25**. En este caso, se incluyen las observaciones realizadas hacia la zona de humedales con manglar ubicados hacia la porción noreste de inmueble 43 donde se registró el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), aunque dentro de esta área no se habrá de llevar a cabo ninguna modificación y no habrá ningún tipo de obras constructiva.

Tabla 4.25 Especies de flora con categoría de riesgo que establece la NOM-059-SEMARNAT-2010

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ORIGEN	CATEGORIA
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Nativa	Amenazada
<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botoncillo	Nativa	Amenazada
<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	Nativa	Amenazada
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Nativa	Amenazada

De acuerdo con los muestreos se detectó la presencia de *Thrinax radiata* (palma chit) lo que se limitó a 5 individuos de baja talla.

Por otro lado, es posible hallar escasas plántulas en establecimiento en la zona de pleamar y entre las rocas de la costa colindante, por donde se pretende establecer instalaciones rústicas de madera sobre pilotes, por lo que cuidará que dichas especies no sean afectadas.

Áreas sin vegetación – suelo desnudo

Este tipo se caracteriza por la ausencia de cobertura vegetal sobre suelo, aunque se pueden diferenciar dos orígenes; en el frente litoral, hacia el norte desde el borde rocoso desnudo, se halla una franja de playa arenosa formada por acreción. El otro caso es una brecha que une la carretera Costera Sur con la zona litoral, al parecer de uso recurrente. En su extremo cercano a la costa la brecha se bifurca sobre la matriz de matorral costero, hacia el sur, donde llega a la zona rocosa, y hacia el norte, donde accede a la playa.

Flora acuática.

A partir de los muestreos realizados en el lecho marino en la zona de Punta Tormentos, se indica que las Algas son el grupo dominante. Por lo que el elenco de especies que fueron registradas por transecto realizado se muestra en la **Tabla 4.26**.



Foto 4.41 La zona desmontada y que se representa por un acceso existente a la zona de playa.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.26 Individuos observados por transecto pertenecientes al grupo de las Algas y pastos marinos.							
ESPECIE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Jania capillacea</i>	49	35	65	7	25	10	0
<i>Cladophoropsis macromeres</i>	41	39	39	10	50	12	0
<i>Anadyomene stellata</i>	6	0	0	0	2	0	0
<i>Penicillus capitatus</i>	4	6	6	30	5	0	0
<i>Penicillus dumetosus</i>	1	3	4	35	4	0	0
<i>Avrainvillea nigricans</i>	0	0	0	8	0	0	0
<i>Codium decorticatum</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Halimeda sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Thalassia testudinum</i>	0	1	1	1	1	123	25
<i>Udotea flabellum</i>	0	0	0	1	2	0	0
<i>Udotea spinulosa</i>	0	0	0	1	5	0	0
<i>zargassum</i>	0	2	0	0	1	0	
<i>Padina jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	0	14
<i>Jania subulata</i>	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL INDIVIDUOS	101	86	115	95	95	145	40

Asimismo y de acuerdo con los registros obtenidos, para los transectos 1, 2, 3 y 5 se considera que las especies *Cladophoropsis macromeres* y *Jania capillacea* son las que más aportan en términos de abundancia. Asimismo su participación fue menor para el transecto 4 aunque para este mismo sitio se observó una mayor presencia de las especies *Penicillus dumetosus* y *Penicillus capitatus*.

También se hicieron observaciones hacia la zona cercana a la playa de los inmuebles del proyecto (Transectos 6 y 7), en donde *Thalassia testudinum* resulto la especie dominante, la cual incluso se entiende hacia la zona de rocas expuestas por lo que hacia las zonas protegidas se distribuye de manera densa. En este caso, parece ser que la profundidad favorece la distribución de los pastos marinos.

- *Valores de cobertura.*

Los valores de cobertura se obtuvieron mediante la colocación de un cuadrante con una superficie de 0.25 m². Por lo que los valores encontrados se muestran en la **Figura 4.24**.

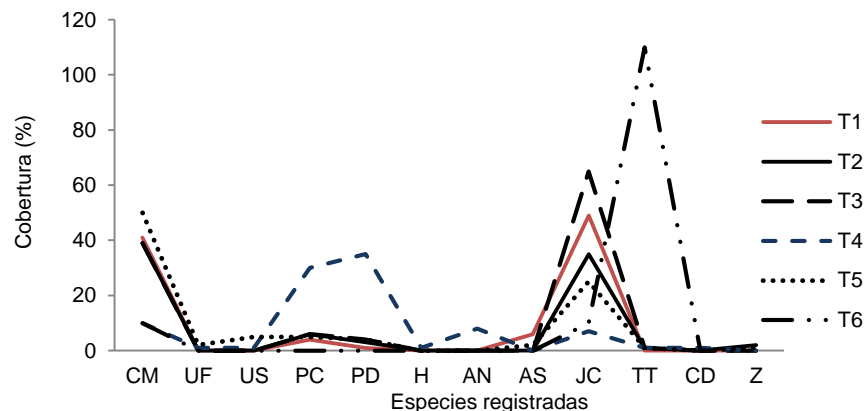


Figura 4.24 Muestra la cobertura de macro algas en cada transecto (A) y (B) muestra el índice de valor de importancia de las especies: *Cladophoropsis macromeres* (CM), *Udotea flabellum* (UF), *Udotea spinulosa* (US), *Penicillus capitatus* (PC), *P. dumetosus* (PD), *Halimeda* (H), *Avrainvillea nigricans* (AN), *Anadyomene stellata* (AS), *Jania capillacea* (JC), *Thalassia testudinum* (TT), *Codium decorticatum* (CD) y *Sargassum* (Z).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo con los muestreos que se han realizado, se puede observar que no existen diferencias extraordinarias para los valores de cobertura entre cada transecto realizado, por lo que estos varían entre un 5 y 60%. No obstante, se debe destacar que para el Transecto 1 *Cladophoropsis macromeres* alcanza valores de 50% de cobertura. Para el Transecto 4 *Penicillus dumetosus* alcanza valores de 40% de cobertura y, desde luego el valor más importante se da para el Transecto 6 en el cual se encontró la distribución de *Thalassia testudinum* por lo que se pueden alcanzar valores de hasta un 80% de cobertura.

Por lo que de manera general, se debe citar que la distribución de estos grupos en el fondo marino de la zona de Punta Tormentos se caracteriza por la presencia de halos de arena que normalmente rodean a los individuos observados y solamente en caso en donde la especie no presenta un estructura de soporte es que se tendrá una mayor área de cobertura como sucede con los pasto marino como *Thalassia testudinum* que en la zona llega a formar amplios manchones.

- *Valores de importancia.*

Los valores de importancia resultaron de la sumatoria de la abundancia y la frecuencia con que fueron encontrados los distintos organismos. Por lo que se ilustran de manera representativa en la **Figura 4.25**.

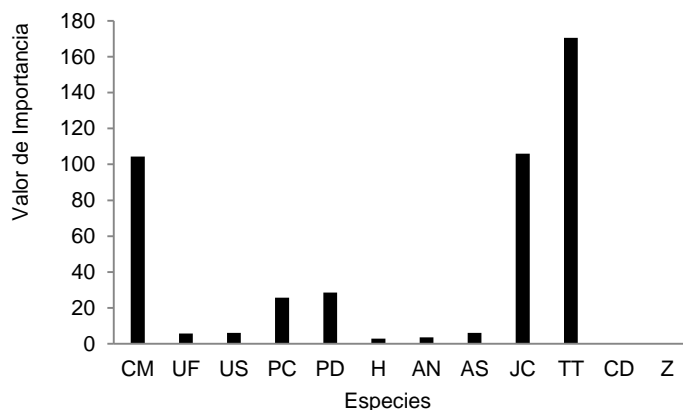


Figura 4.25 Se muestra los valores del índice de valor de importancia de las especies: *Cladophoropsis macromeres* (CM), *Udotea flabellum* (UF), *Udotea spinulosa* (US), *Penicillus capitatus* (PC), *P. dumetosus* (PD), *Halimeda* (H), *Avrainvillea nigricans* (AN), *Anadyomene stellata* (AS), *Jania capillacea* (JC), *Thalassia testudinum* (TT), *Codium decorticatum* (CD) y *Sargassum* (Z).

En este caso, los valores se calcularon a partir del conjunto total de especies que fueron registradas a través de los muestreos realizados. Por lo que de acuerdo con la figura antes citada se considera a *Thalassia testudinum* como la que alcanza los más altos valores con 160, *Jania capillacea* alcanza un valor de 110 y *Cladophoropsis macromeres* con un valor de 100 se ubica como la tercera especie en importancia. No obstante, los valores encontrados se sigue considerando a la zona marina como un área de relativa poca importancia en relación a las verdaderas zonas arrecifales de la Isla de Cozumel como son los arrecifes de Paraíso, Chichancabab o Yucab.

- *Índice de diversidad.*

De acuerdo con las estimaciones realizadas, se considera que de acuerdo con los valores encontrados para los transectos 4 y 5, se indica que son aquellos que más aportan en términos del índice de diversidad, por lo que se alcanzan valores de 2.3 y 2 respectivamente.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por otra parte, la franja costera es la zona menos diversa y aunque se presenta una importante cobertura vegetal, finalmente esta se encuentra representada por la distribución de una sola especie que es *Thalassia testudinum*. Además de que esta puede presentar un cobertura semidispersa y en donde se manifiestan amplios espacios descubiertos.

En este caso, las áreas consideradas como en la que se manifiesta un valor más alto en el índice de diversidad se ubican al norte del sitio donde se desea el establecimiento del embarcadero rústico de madera piloteada, por lo que no se debe esperar afectaciones a la biodiversidad.

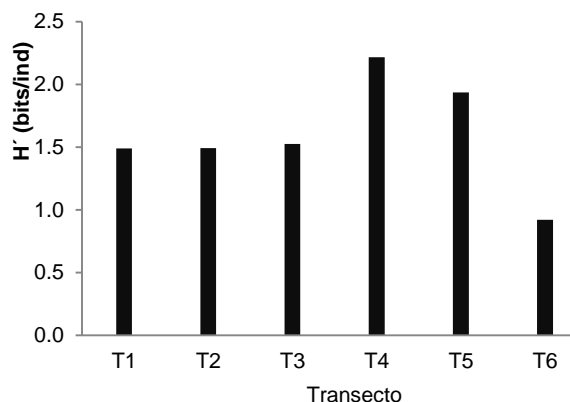


Figura 1.26 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener muestran que los transectos cuatro y cinco fueron los más diversos.

Fauna terrestre.

Con el objetivo principal de realizar el reconocimiento de la fauna en el predio Bahía Turquesa, Cozumel Quintana Roo, se utilizó una metodología para conocer la preferencia de hábitat de las especies la cual consistió en el levantamiento de un listado taxonómico de la fauna en que habita en el predio. Esta lista se obtuvo a partir de la información bibliográfica disponible y aquella registrada en campo durante el trabajo. Las técnicas de muestreo para cada grupo taxonómico se realizaron siguiendo a Jones, (1986), Casas-Andreu (1990) y Cherkiss *et al.* (2005).

Específicamente los muestreos de la fauna vertebrada terrestre consistieron en recorridos diurnos y nocturnos tratando de cubrir todos los ambientes presentes en el predio. Los registros indirectos de las especies se realizaron mediante transectos nocturnos para observación y captura de mamíferos pequeños mediante: a) el uso de trampas Sherman cebadas con avena, crema de cacahuate y jarabe de vainilla, estas trampas eran ubicadas en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente eran revisadas y recogidas. b) Trampas Tomahawk para mamíferos medianos cebadas indistintamente con sardina y con fruta, estas trampas se ubicaban en los sitios elegidos al caer la noche, y a primera hora del día siguiente se revisaban y recogían. c) Camas de arena para impresión de huellas.

Para el registro directo se emplearon dos métodos: a) se realizaron transectos al azar diurnos y nocturnos para reptiles y anfibios, que consistían en caminatas revisando cualquier micro hábitat normalmente utilizado por las especies. b) Transectos por puntos de observación para aves y mamíferos, que consistían en recorridos a pie con estaciones de observación a cada 100 m para avistar aves principalmente aunque también se aplicó esta metodología para mamíferos (Apuntes VII Curso Taller Internacional sobre Técnicas aplicadas a la Conservación y Manejo de Fauna Silvestre, 2000)

Durante los recorridos se registró y determino aquel taxón avistado o colectado de la fauna terrestre concerniente a este trabajo. El trabajo de campo fue complementado observando signos de presencia de dichos animales como huellas impresas en el sustrato, mudas, nidos, plumas, ejemplares muertos, aromas, cantos, entre otros. La información mínima que se tomó a cada taxón colectado o avistado fue, fecha, especie, hábitat, vegetación y abundancia. Cada ejemplar colectado vivo fue determinado específicamente, registrado, fotografiado y liberado *in situ* sin daño alguno.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

La herpetofauna registrada en este trabajo fue determinada mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela *et al.* (1995), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost *et al.* (2006), Wüster *et al.* (2005) y Smith (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín *et al.* (1997), Wilson y Reeder (1993), Arita y Ceballos (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos *et al.* (2002) y Ramírez-Pulido *et al.* (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb (1995) y Edwards (2003), la taxonomía y nombres actuales fueron según la American Ornithologist' Union (AOU) 1998. Las especies endémicas fueron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, *et al.* (2005) para los mamíferos, Howell, *et al.* (1995) para las aves. Además de la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases estudiadas.

Actualmente, el predio de Bahía Turquesa se manifiesta un mosaico formado de diferentes comunidades vegetales en diferentes grados de sucesión ecológica producto de impactos de los huracanes, otros factores ambientales y en menor escala actividades humanas en el predio o en su zona de influencia. Para el polígono correspondiente al predio se utilizó una división simplificada a cinco ambientes, éstos son:

- 1) Selva baja subcaducifolia fragmentada en proceso de recuperación.
- 2) Manglar fragmentado.
- 3) Vegetación de Duna costera y la playa.
- 4) Vegetación secundaria
- 5) Acuático asociado a algún tipo de vegetación

Como herramienta para conocer los sitios prioritarios para la conservación de la fauna en el predio Bahía Turquesa la información principal que se utiliza fue:

- a) La composición taxonómica de los vertebrados,
- b) La riqueza específica (número de especies por hábitat),
- c) La distribución de las especies en relación a los hábitats,
- d) El número de hábitats empleados por las distintas especies,
- e) Las especies vulnerables y/o en peligro de extinción y,
- f) Las especies endémicas.

• **Composición taxonómica y riqueza específica**

El trabajo de campo en el predio Bahía Turquesa y los antecedentes de estudio en la zona dan como resultado un registro de 45 especies de vertebrados terrestres que taxonómicamente pertenecen a 4 Clases, 12 Órdenes, 31 Familias, y 39 Géneros. De esta manera, la fauna silvestre está representada por 2 especies de Anfibios, 13 especies de Reptiles, 25 especies de Aves y 5 especies de Mamíferos (**Figura 4.27**).

Se puede observar que los porcentajes de las diferentes clases difieren pues las Aves presentan el 55.6% de los registros, los Reptiles el 28.9%, los Mamíferos el 11.1%, y los Anfibios con el 4.4%. Esta relación porcentual entre las diferentes clases de vertebrados en el predio es similar a otras

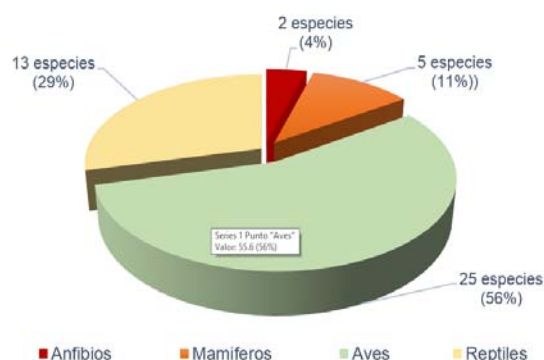


Figura 4.27 Composición de la fauna del predio Bahía Turquesa, Isla de Cozumel, Quintana Roo.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

proporciones encontradas en diferentes sitios en Cozumel y en la Riviera Maya con tipos de vegetación similares y en estados de conservación también similares (**Tabla 4.27**).

Tabla 4.27 Composición taxonómica de la fauna vertebrada registrada para el predio Bahía Turquesa.

Clase*	Orden	Familias	Géneros	Especies	%**
Anfibios	1	2	2	2	4.4
Reptiles	2	11	11	13	28.9
Aves	6	14	21	25	55.6
Mamíferos	3	4	5	5	11.1
Totales	12	31	39	45	

- **Listado de especies registradas.**

Los registros obtenidos durante las observaciones que se han realizado se muestran en la **Tabla 4.28**.

Tabla 4.28 Listado de especies registradas para el inmueble de interés.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	CATEGORIA DE RIESGO
ANFIBIOS	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus</i>	<i>Leptodactylus labiales</i>	
	Bufoinidae	<i>Ollotis</i>	<i>Ollotis valliceps</i>	
	2	2	2	0
REPTILES	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys</i>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A
	Emydidae	<i>Trachemys</i>	<i>Trachemys venusta</i>	Pr
	Kinosternidae	<i>Kinosternon</i>	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr
	Gekkonidae	<i>Hemidactylus</i>	<i>Hemidactylus frenatus</i>	INTRODUCIDA
	Corytophanidae	<i>Basiliscus</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>	
	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>Ctenosaura similis</i>	A
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr ; Endémica
	Polychrotidae	<i>Anolis</i>	<i>Anolis sagrei</i>	INTRODUCIDA
			<i>A. sericeus</i>	
			<i>A. rodriguezii</i>	
Teiidae	<i>Aspidocellis</i>	<i>Aspidocellis cozumela</i>		
Colubridae	<i>Leptophis</i>	<i>Leptophis mexicanus</i>	A	
Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa constrictor</i>	A INTRODUCIDA	
	11	11	13	
AVES	Pelecanidae	<i>Pelecanus</i>	<i>Pelecanus occidentalis</i>	
	Fregatidae	<i>Fregata</i>	<i>Fregata magnificens</i>	
	Ardeidae	<i>Egreta</i>	<i>Egreta thula</i>	
	Threskiornithidae	<i>Eudocimus</i>	<i>Eudocimus albus</i>	
	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>	
			<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i>
	Accipitridae	<i>Buteogallus</i>	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr
			<i>Pandion</i>	<i>Pandion haliaetus</i>
	Columbidae	<i>Columba</i>	<i>Columba livia</i>	INTRODUCIDA
<i>Streptopelia</i>			<i>Streptopelia decaocto</i>	INTRODUCIDA

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.28 Listado de especies registradas para el inmueble de interés.

CLASE	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	CATEGORIA DE RIESGO	
AVES	Columbidae	<i>Zenaida</i>	<i>Zenaida asiatica</i>		
		<i>Columbina</i>	<i>Columbina passerina</i>		
			<i>C. talpacoti</i>		
	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>Amazilia yucatanenses</i>		
	Tyrannidae		<i>Myarchus</i>	<i>Myarchus tyrannulus</i>	
			<i>Myiozetetes</i>	<i>Myiozetetes similis</i>	
			<i>Pitangus</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	
	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	<i>Hirundo rustica</i>		
	Mimidae	<i>Mimus</i>	<i>Mimus gilvus</i>		
	Icteridae		<i>Dives</i>	<i>Dives</i>	
			<i>Icterus</i>	<i>Icterus auratus</i>	
				<i>I. cucullatus</i>	
				<i>I. chrysater</i>	
				<i>I. gularis</i>	
	<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>			
	14	21	25		
MAMÍFEROS	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>		
	Canidae	<i>Urocyon</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		
	Procyonidae		<i>Nasua</i>	<i>Nasua narica</i>	
			<i>Procyon</i>	<i>Procyon lotor</i>	
	Tayassuidae	<i>Tayassu</i>	<i>Tayassu tajacu</i>		
	4	5	5		

De acuerdo con trabajos de campo para el predio del Plan Maestro Bahía Turquesa y los antecedentes de estudio en la zona dan como resultado un registro de 45 especies de vertebrados terrestres que taxonómicamente pertenecen a 31 Familias y 39 Géneros.

- **Distribución de los vertebrados.**

En la **Tabla 4.29**, se muestra la distribución de los vertebrados en relación a los cinco diferentes hábitats reconocidos en el predio Bahía Turquesa; 1) Selva Baja Subcaducifolia, 2) Manglar, 3) Vegetación de Duna Costera y la playa, 4) Vegetación Secundaria, y 5) Acuático asociado a algún tipo de vegetación. Se observa que el hábitat con mayor riqueza de especies es la selva baja subcaducifolia con 33 especies, seguidas por el manglar y el acuático con 24 especies cada ambiente, la vegetación de duna y playa con 20, y la vegetación secundaria con 17 especies.

Tabla 4.29 Distribución de los distintos grupos de vertebrados en relación a los principales hábitats seleccionados para el proyecto Bahía Turquesa Selva Baja Subcaducifolia (SBS), Manglar (M), Vegetación de Duna Costera y la playa (VD-P), Vegetación Secundaria (VS), Acuático asociado a algún tipo de vegetación (A).

Clase	SBS	M	VD-P	VS	A
Anfibios	1	1	0	0	2
Reptiles	8	10	9	4	5
Aves	19	13	6	11	14
Mamíferos	5	2	2	2	3
Totales	33	26	18	17	24

Nota. Los números en las columnas son total de especies de cada clase que fueron localizadas en cada hábitat, una misma especie puede utilizar varios hábitats.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo a estas cifras, al momento del muestreo y según las especies registradas en el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*, el hábitat menos diverso en cuanto a vertebrados terrestres fue la vegetación secundaria con 17 especies, es probable que el número de especie en este ambiente aumente estacionalmente. En este mismo sentido, el hábitat más diverso es la selva baja con 33 especies. Estos resultados, deben de tomarse con cierta reserva, ya que aún hace falta un trabajo sistematizado de la fauna en el predio, por lo se estima que el registro de especies de vertebrados se incrementen por lo menos al nivel de riqueza específica.

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

Para obtener la mayor información posible con respecto a la riqueza faunística del área de muestreo, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, la cual es una ponderación del número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos en cada una de las especies dentro del ecosistema. Por lo anterior, la contribución por especie a este parámetro se muestra en la **Tabla 4.30**.

Tabla 4.30 Valores del índice de Shannon-Wiener para la diversidad faunística en la zona de interés.				
	Num/ind	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
GRUPO ANFIBIOS				
<i>Leptodactylus labiales</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Ollotis valliceps</i>	1	0.01	1.90	0.02
GRUPO REPTILES				
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Trachemys venusta</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Kinosternon scorpioides</i>	2	0.03	1.60	0.04
<i>Hemidactylus frenatus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Basiliscus vittatus</i>	3	0.04	1.43	0.05
<i>Ctenosaura similis</i>	4	0.05	1.30	0.07
<i>Sceloporus cozumelae</i>	4	0.05	1.30	0.07
<i>Anolis sagrei</i>	3	0.04	1.43	0.05
<i>A. sericeus</i>	3	0.04	1.43	0.05
<i>A. rodriguezii</i>	2	0.03	1.60	0.04
<i>Aspidocellis cozumela</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Leptophis mexicanus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Boa constrictor</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Pelecanus occidentalis</i>	3	0.04	1.43	0.05
<i>Fregata magnificens</i>	4	0.05	1.30	0.07
<i>Egreta thula</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Eudocimus albus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Cathartes aura</i>	4	0.05	1.30	0.07
<i>Coragyps atratus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Buteogallus anthracinus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Pandion haliaetus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Columba livia</i>	2	0.03	1.60	0.04
<i>Streptopelia decaocto</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0.03	1.60	0.04
<i>Columbina passerina</i>	2	0.03	1.60	0.04

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.30 Valores del índice de Shannon-Wiener para la diversidad faunística en la zona de interés.

	Num/ind	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
GRUPO AVES				
<i>C. talpacoti</i>	2	0.03	1.60	0.04
<i>Amazilia yucatanenses</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Myiozetetes similis</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0.04	1.43	0.05
<i>Hirundo rustica</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Mimus gilvus</i>	5	0.06	1.20	0.08
<i>Dives</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Icterus auratus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>I. cucullatus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>I. chrysater</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>I. gularis</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Quiscalus mexicanus</i>	4	0.05	1.30	0.07
GRUPO MAMIFEROS				
<i>Didelphis marsupialis</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Nasua narica</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Procyon lotor</i>	1	0.01	1.90	0.02
<i>Tayassu tajacu</i>	1	0.01	1.90	0.02
	80			1.57

En la zona se registró la presencia de 45 especies y 80 individuos, por lo que el índice de Shannon-Wiener indica la existencia de una diversidad faunística del orden de 1.57. Este valor se considera como bajo y puede ser producto de la influencia que ejerce la carretera costera sur, la cual en la zona manifiesta un ramal de más o menos reciente apertura.

Además se debe confirmar que los distintos fenómenos hidrometeorológicos han causado un fuerte impacto en la fauna silvestre, puesto que se ha mencionado en el capítulo de vegetación que en la zona existen especies como: chechem (*Metopium brownei*), chicozapote (*Manilkara zapota*), chit (*Thrinax radiata*), entre otras, las cuales pueden proporcionar las condiciones adecuadas para la alimentación de los diversos organismos.

Además la diversidad y complejidad de estructura de la vegetación puede propiciar lugares para la proliferación de insectos y crustáceos que representan fuentes de alimento para diversas especies de reptiles, aves y mamíferos. Asimismo, en la zona existen fuentes de agua dulce, lo que debería ser un atractivo más para la fauna silvestre. No obstante, se considera que continúa manteniéndose su alejamiento debido a la influencia que ejerce el movimiento de vehículos a lo largo de la carretera costera sur.

- **Especies vulnerables y/o en peligro de extinción, y las endémicas**

Las especies de vertebrados terrestres del predio que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), son 8 especies en total, 4 Bajo Protección Especial (Pr) y 4 Amenazadas (A). Estas especies corresponden con el 17% del total de especies registradas en el predio Bahía Turquesa.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Según el número de especies incluidas en la NOM correspondiente los reptiles son el grupo taxonómico más vulnerable dentro del predio Bahía Turquesa con 7 especies en total. Específicamente, son 4 especies se encuentran Amenazadas (A) y 3 especies están Bajo Protección Especial (Pr).

Siguiendo este criterio las Aves con 1 especie incluida en la NOM son el segundo grupo más vulnerable. Específicamente, se ubicó una sola especie bajo la categoría de Protección Especial (Pr). Los mamíferos y los anfibios no cuentan con registros en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otra parte, dada su distribución solamente se registró una especie endémica para Cozumel, esta es la lagartija *Sceloporus cozumelae*.

Además se encontraron 5 especies introducidas incluyendo la *Boa constrictor* que se introdujeron a la Isla de Cozumel hace unos años (**Tabla 4.31**).

Tabla 4.31 Especies de vertebrados terrestres incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas e introducidas.			
ESPECIE	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDEMICA	INTRODUCIDA
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A		
<i>Trachemys venusta</i>	Pr		
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr		
<i>Ctenosaura similis</i>	A		
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	ENDEMICA	
<i>Leptophis mexicanus</i>	A		
<i>Boa constrictor</i> *	A		INTRODUCIDA
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr		

* Se refiere a las especies introducidas a la Isla de Cozumel.

De manera adicional, se debe referir que para la zona está reportada la presencia de tortugas marinas. No obstante, durante el tiempo de realizar los trabajos de campo no se tuvo ningún avistamiento. Ahora que se cita que una porción importante del frente litoral corresponde con la costa rocosa, la cual no es susceptible a ser usada para anidación por estas especies.

En tanto que en la zona con playa ubicada al norte y frente al Lote 43, no se encontraron indicios de uso por tortugas marinas ni se tienen reportes de que ocurra en años recientes, aunque no se descarta su presencia en los ciclos porvenir.

Al respecto, se debe señalar que ninguna de las obras del proyecto se habrá de establecer en esta zona, por lo que no se pretende modificar la cobertura. Por lo que se confirma que el proyecto incluye la colocación de instalaciones rústicas de madera en la zona federal marítimo terrestre y zona marina, pero todas ellas sobre la zona rocosa, donde no es posible la arribazón de tortugas. Por lo que el establecimiento del proyecto no significa riesgos o deterioro del medio para ninguna de esas especies.

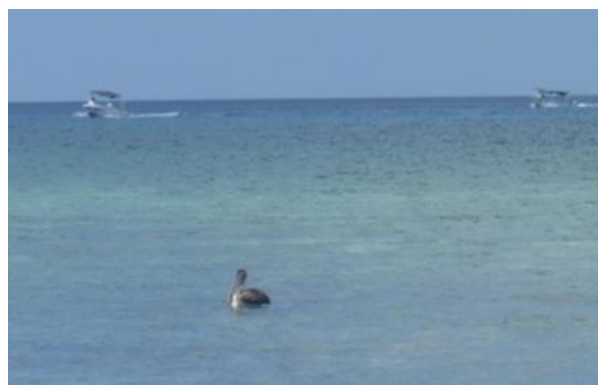


Foto 4.41 *Pelecanus occidentalis* (Pelicano) en la zona de interés.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Fauna acuática.

Para llevar a cabo la caracterización de la diversidad de fauna marina que se distribuye frente marino de la zona denominada Punta Tormentos, se realizaron observaciones directas de las especies presentes en la zona. Para ello se hicieron inmersiones por medio de dos buzos con certificación PADI, para definir la estrategia que se debía de seguir y de acuerdo a los lineamientos siguientes:

- a) Como resultado de las inmersiones previas, se pudo elaborar una zonificación del área a estudiar.
- b) A partir de ello se determinaron áreas en las cuales se habría de realizar el muestreo del fondo marino.
- c) Por lo anterior, el muestreo consistió en realizar 6 transectos de 10 m² cada uno. En cada transecto se realizó un recorrido identificando y contando el número de organismos.
- d) Por su parte, el grupo de los peces fueron identificados utilizando la guía de peces del Caribe (Humann, 2000).
- e) Con los datos obtenidos de número de individuos por especies se obtuvo: el índice de diversidad de Simpson, frecuencia relativa, la abundancia relativa y el índice de importancia ecológica.



Cuadrante para llevar a cabo estimaciones estadísticas.

- Por lo que la Abundancia relativa se obtuvo por medio de la función:

$$p_i = \frac{n_i}{N} * 100$$

Donde:

p_i es la abundancia relativa, n_i el número de individuos de la especie i .
 N es la abundancia total.

- Se obtuvo además la frecuencia relativa (f_r), por medio de la función:

$$f_r = \frac{f_i}{F} * 100$$

- Asimismo, se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) la cual es la suma de los valores arriba referidos.

$$IVI = p_i + f_r$$

- Adicionalmente se aplicó el índice de Shannon-Wiener, de acuerdo al algoritmo:

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

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener y S es el número total de especies

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.44-46. Distintas fase del procesos de muestreo del fondo marino en Punta Tormentos



Corales y otros grupos.

Con referencia a estos grupos bentónicos que se distribuyen en la zona de Punta Tormentos, fueron observados algunos corales, esponjas y equinodermos. Se puede referir que en la **Tabla 4.32** se anotan las especies y número de individuos que fueron observados por transecto.

Tabla 4.32 Presencia de corales y otros grupos en el fondo marino.

ESPECIE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Plexaura homomalla</i>	0	0	0	3	0	0	0
<i>Siderastrea radians</i>	0	3	1	2	0	0	0
<i>Porites divaricata</i>	0	3	0	3	1	0	0
<i>Pseudopterogorgia</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Sarcotragus spinulosus</i>	0	0	0	2	0	0	0
<i>Esponja morada</i>	1	0	0	3	0	0	0
<i>Esponja tubular</i>	1	0	1	2	0	0	0
<i>Holothuroidea</i>	0	0	0	1	1	0	0
<i>Diadema antillarum</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Gorgonia ventalina</i>	0	0	0	8	0	0	0
	2	6	2	26	2	0	0

De acuerdo con la Tabla antes referida, en total se consideran 38 organismos registrados, así como la distribución de 10 especies. Por lo que en este caso y de manera general se considera a *Gorgonia ventalina* con 8 individuos, *Porites divaricata* con 7 individuos y *Siderastrea radians* con 6 individuos,

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

corresponden con las especies que aportan el mayor número de individuos. Aunque se debe considerar que *G. ventalina* se ubicó en un solo punto que es la zona de montículos de rocosos ubicada al norte del sitio de ubicación del embarcadero que propone el proyecto.

En concordancia con lo anterior, se indica que el Transecto 4 es el que presentó los más altos valores de abundancia y se alcanzaron 26 registros a partir de los cuales se determinó que están representadas las 10 especies encontradas para la zona de estudio. Lo anterior, está referido a que de manera particular hacia ese espacio se presenta una formación donde se presentan 3 montículos de rocas encimadas de regulares dimensiones, las cuales proporcionan un buen sustrato para el desarrollo de los corales blandos y duros, así como condiciones de protección para otros grupos como esponjas y equinodermos; así como para los peces.

No obstante, se debe citar que aunque esta formación corresponde con la zona más diversa, en realidad alcanza escasas dimensiones, por lo que se considera como un elemento puntual y por la diversidad que se manifiesta de tipo extraordinario.

Para la zona donde se ubicaron los transectos 1, 2 y 3, la cual corresponden con la ubicación del embarcadero rustico de madera piloteada se considera únicamente la distribución dispersa de estos elementos. No obstante, se deberá evitar su afectación por el desarrollo de la obra referida.

- *Índice de Valor de Importancia.*

Los valores del índice de importancia que se han documentado indican que las especies con mayor presencia corresponden con *Siderastrea radians*, *Porites divaricata*.

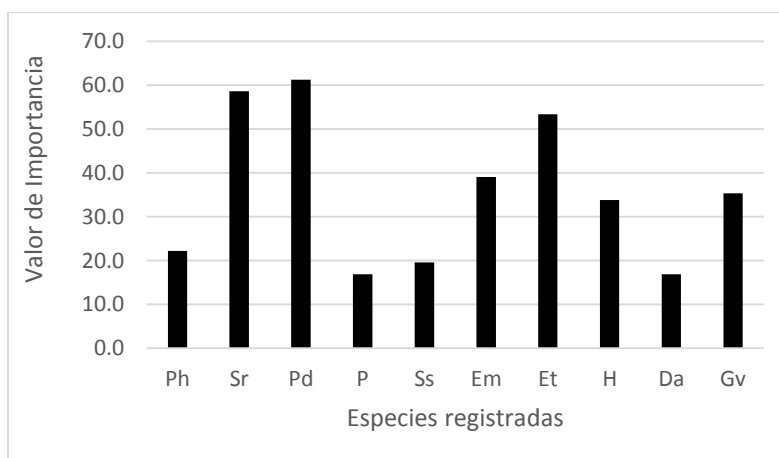


Figura 4.28 Valores del índice de valor de importancia de las especies *Plexaura homomalla* (Ph), *Siderastrea radians* (Sr), *Porites divaricata* (Pd), *Pseudopterogorgia* (P), *Sarcotragus spinulosus* (Ss), Esponja morada (Em), Esponja tubular (Et), Holothuroidea (H) y *Diadema antillarum* (Da)

En este caso, se debe considerar la importancia que refiere la capacidad de algunas de las especies para presentar una distribución hacia espacios que no ofrecen las condiciones para su óptimo desarrollo. Por lo que en este caso aunque *Gorgonia ventalina*, es la especie que más aporta en términos de abundancia, finalmente se ve desplazada bajo el concepto de valor de importancia ya que finalmente su área de distribución se ve restringida hacia una sola localidad que es la zona de formaciones rocosas encimadas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.47 Vista de *Porites divarica* y *Siderastrea radians* aunque se les considera como poco frecuentes.

- Valor del Índice de diversidad.

Para este grupo de organismos bentónicos también se obtuvo el Valor del Índice de diversidad, el cual se representa en la **Figura 4.29**.

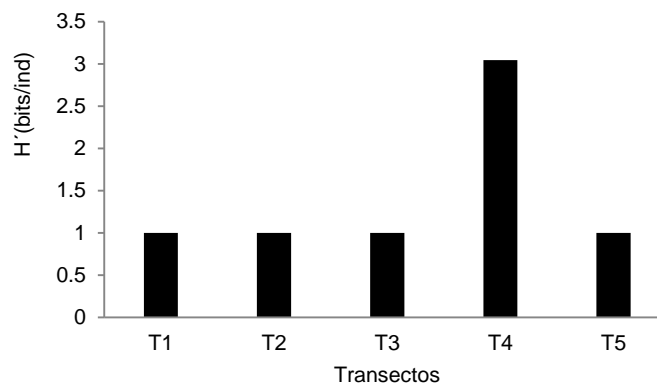


Figura 4.29 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener

De acuerdo con los valores obtenidos, se ha encontrado que sobre el Transecto 4 que fue ubicado hacia la zona de rocas encimadas corresponde con los más altos valores en términos del índice de diversidad, lo anterior era de esperarse ya que precisamente hacia esta zona se ubicaron las 10 especies que se reportan para estos grupos bentónicos y a su vez la distribución de 26 de los organismos registrados.

PECES

Con referencia al Necton, se debe citar que está integrado principalmente por el grupo de peces, sobre los cuales los registros fueron relativamente abundantes. En varios casos, se presentaron a manera de pequeños cardúmenes, los cuales se desplazan rápida y libremente, ya que en la zona se encuentran desprotegidos de los depredadores. Lo anterior, debido a que prevalece un fondo marino de tipo arenoso y rocoso sin que existan grandes grietas en las rocas. Además de ausencia de cabezos o parches de coral donde pudieran refugiarse.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En este sentido, como primer dato que se obtuvo refiere la observación de 72 individuos del grupo de los peces, los cuales finalmente quedaron representados por 8 especies. En este caso solamente se ubicaron peces óseos, por lo que no se registra a ningún pez cartilaginoso. De esta forma, los muestreos realizados indican que el pez ronco amarillo (*Haemulon plumieri*) con 35 registros fue el organismo más común de observar en el sitio. De manera complementaria, la lista completa de especies observadas y número de individuos se muestra en la **Tabla 4.33**.

Tabla 4.33 Presencia de peces en el frente marino de Punta Tormentos.					
ESPECIE	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Abudefduf saxatilis</i>	1	0	1	10	1
<i>Pterois volitans</i>	0	0	0	1	0
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0	2	1	3	1
<i>Canthingaster</i>	0	0	0	1	0
<i>Chromis cyanea</i>	0	0	0	1	0
<i>Haemulon plumieri</i>	0	0	0	35	0
<i>Stegastes</i>	0	0	0	1	0
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	2	0	7	4	0
	3	2	9	56	2

Dadas las características de las distintas zonas que comprende en fondo marino hacia Punta Tormentos se considera que en lo general fue muy escasa la distribución del grupo de los peces, por lo que solamente se pudieron observar aquellos asociados a pequeños parches de rocas y con presencia de algas como *Penicillus capitatus* y *P. dumetosus*. Por lo anterior, cobra importancia *Haemulon plumieri* aunque finalmente su distribución está relacionada principalmente a su alta presencia en las estructuras rocosas.



4.46-47 Se muestra a *Thalassoma* sp asociado a fondo rocoso con presencia con la alga *Penicillus* (A)

- *Valores de importancia del necton.*

Con base en las observaciones realizadas en la zona de interés y una vez obtenida la lista de identificación de Peces, se pudieron determinar algunos de los parámetros ecológicos como son la abundancia (Ab), Frecuencia (Frc.) y su vez el Valor de Importancia Ecológica de las especies que se encontraron. Por ello en la **Figura 4.30** se ilustran los datos obtenidos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

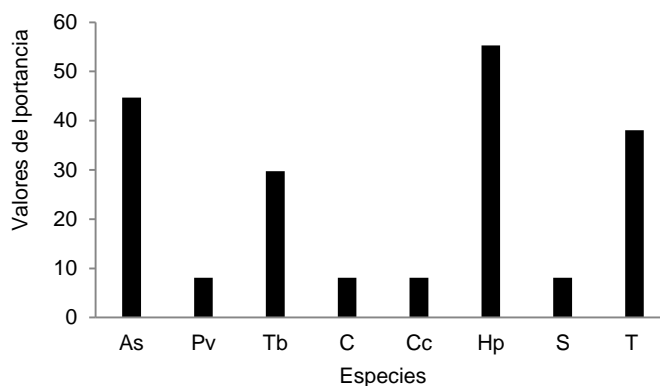


Figura 4.30 Valores del índice de valor de importancia de las especies del Necton: *Abudefduf saxatilis* (As), *Pterois volitans* (Pv), *Thalassoma bifasciatum* (Tb), *Canthingaster* (C), *Chromis cyanea* (Cc), *Haemulon plumieri* (Hp), *Stegastes* (S) y *Thalassoma* sp. (T).

De acuerdo a las estimaciones realizadas y como se puede observar en la Figura antes citada, se registra que al pez ronco Amarillo (*Haemulon flavolineatum*), *Abudefduf saxatilis* y a *Thalassoma* sp., como las especies con los valores más altos en términos de importancia ecológica para la zona de Punta Tormentos. Desde luego que los registros obtenidos son solamente el reflejo de un estimación puntual, por lo que los valores deberán ser tomados con las reserva del caso. Además de que se sugiere se lleve a cabo nuevas valoración, tomando en consideración un lapso mayor de tiempo. Asimismo de un mayor número de sitios de muestreo.

De cualquier manera, se enfatiza que el fondo marino en la zona de interés no presenta características de importancia para la distribución de las distintas especies ya que como se ha referido se manifiestan intensas corrientes oceánicas, además de que integra una plataforma rocosa que no favorece condiciones para la protección de las organismos.

- *Índice de diversidad.*

Tratando de obtener la mayor información respecto a la riqueza del área muestreada, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, la cual combina dos componentes de la diversidad: la ponderación del número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de individuos dentro de cada una de la especies.

De esta forma, se tiene que para el Necton se obtuvieron los valores que se observan en la **Figura 4.31**.

De esta forma, se tiene que para los muestreos realizados, el transecto 4 fue el de más alto valor, 1.8. En este caso, de nueva cuenta se considera las condiciones que se manifiestan en la zona de montículos de rocas encimadas como área de características exclusivas para una plataforma rocoso-arenosa que predomina en Punta Tormentos. Por lo tanto, los valores encontrados indican que efectivamente en el fondo marino del sitio se manifiesta una escasa participación de las especies.

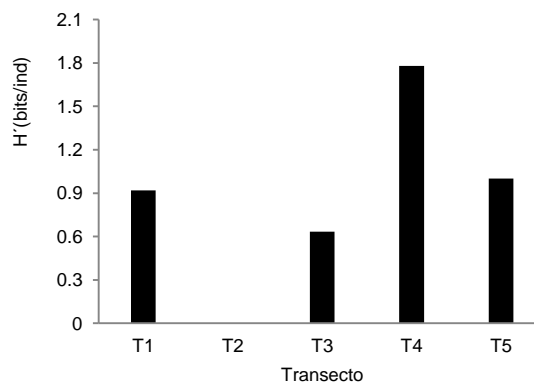


Figura 4.31 Valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.48 Estructuras de roca donde se registró la mayor diversidad se puede notar la presencia de coral blando y elevada abundancia de peces principalmente *Haemulon plumieri*, *Thalassoma* y *Abudefduf saxatilis*.

Además de que en el caso del Necton se considera que son organismos que se desplazan libremente a lo largo de la zona costera y su presencia en el sitio es temporal, lo que acentúa el escaso valor del ambiente para la distribución de las especies. Por otra parte, se debe citar que los bajos valores encontrados corresponden con una respuesta a factores ya mencionados como son: la presencia de intensas corrientes marinas, la existencia de una plataforma calcárea, el efecto de fenómenos hidrometeorológicos que generan intensas mareas de tormenta.

IV.2.2.3 Medio socioeconómico

a) Demografía.

De acuerdo con los registros del INEGI (2010), el municipio de Cozumel alcanzó una población total de 79,535 habitantes. De estos cerca del 90% se encuentra concentrado en la zona urbana de la ciudad de San Miguel de Cozumel, mientras que el restante se distribuye en asentamientos menores. Con referencia a la estructura de la población, los registros indican que ésta se compone de 40,357 hombres (51% del total) y 39,178 mujeres (48%). Para el municipio se considera que los menores de esa edad representan el 25.5% de la población y el porcentaje restante son mayores de 30 años. Por lo que se considera que más de la mitad de la población son niños y jóvenes, de la manera que es urgente más organización e infraestructura, para promover mayores opciones educativas, culturales, laborales, etc.

Asimismo, poco menos del 5% de la población tiene más de 60 años; es decir, uno de cada 21 cozumeños puede considerarse como adulto mayor. Se estima que esa relación tiende a cambiar al incrementarse el número de adultos, ante el incremento de la perspectiva de vida y la disminución de los índices de natalidad, haciendo necesario desde ahora planificar programas y espacios de atención más amplios, para satisfacer las demandas de ese grupo social.

- *Tasa de crecimiento de población.*

Para el municipio de Cozumel, el INEGI (2010) registra que la tasa de crecimiento ha seguido el comportamiento que se muestra en la **Figura 4.32**. En donde es evidente que el crecimiento de la población de Cozumel, se ha mantenido desde la década 1990-2000 muy cerca del promedio

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

estatal. De hecho para el 2010 estas tasas se han igualado hasta alcanzar un promedio anual del 5.9 %.

Desde luego que las causas que han propiciado este comportamiento, están relacionadas en principio por la juventud de Quintana Roo como entidad federativa. Posteriormente, en la década 1980-1990, se da inicio a su apertura como un gran polo turístico. Finalmente, se ha manifestado una tendencia a mantener una estabilización en el ritmo de crecimiento debido precisamente al carácter insular de la zona donde los espacios finalmente están limitados.

- *Tendencias de crecimiento.*

De acuerdo a las proyecciones de población elaboradas por el Consejo Estatal de Población (COESPO), la población de Cozumel se esperaba que para el 2014 el municipio alcanzaría los 82,285 habitantes (**Tabla 4.34**).

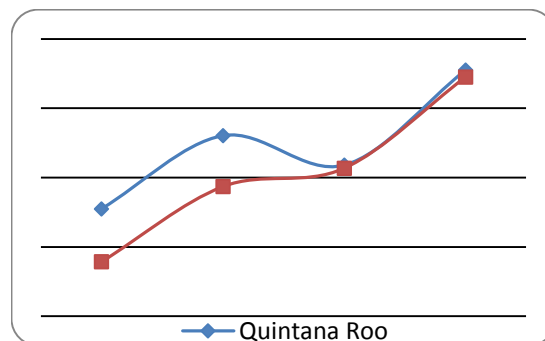


Figura 4.32 Tasa de crecimiento media anual en el municipio Cozumel y el estado de Quintana Roo.

Tabal 4.34 Proyección de la población total en Cozumel 2011-2017							
LOCALIDAD	AÑOS						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MUNICIPIO DE COZUMEL	78,520	79,808	81,097	82,385	83,674	84,963	86,251

Fuentes: Proyección por localidades, COESPO, 2012

Asimismo, las proyecciones de crecimiento de la población que registra el COESPO nos muestran que el Cozumel mantendrá una tasa de crecimiento de 1.6% anual en los próximos años, lo que significa que se alcanzará una población de 86.251 habitantes para el año 2017. Las cifras representan una disminución del crecimiento de población acorde a la tendencia de la política nacional. Sin embargo, dadas las características económicas de la ciudad y al encontrarse ésta en un proceso de consolidación como un importante centro generador de empleos, es necesario prever un crecimiento mayor lo proyectado.

Además, la región se caracteriza por poseer una importante población flotante, misma que proviene de los municipios aledaños, por lo que existe un desplazamiento constante desde la zona continental hacia Cozumel en busca de una fuente de empleo. Esta situación se ve reflejada en la existencia de un déficit de vivienda en las zonas de crecimiento, además de la carencia facilidades para la adquisición de un terreno o vivienda propia dentro de la isla.

- *Natalidad y mortalidad.*

Para el caso del Municipio de Cozumel se registró en el año 2005 una tasa bruta de Natalidad de 23,600 nuevos habitantes; mientras que la Tasa de mortalidad alcanzó las 3,300 defunciones (**Figura 4.33**).

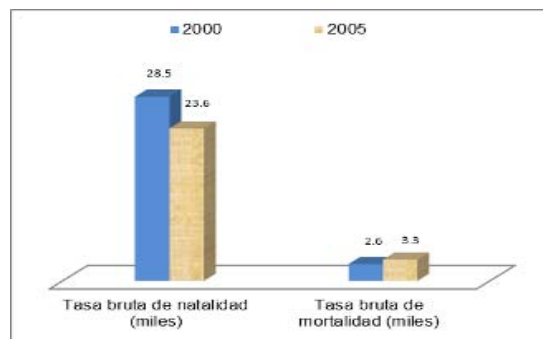


Tabla 4.33 Tasas de natalidad y mortalidad para el municipio de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Migración.*

En la zona norte del estado de Quintana Roo existe un fuerte movimiento migratorio, el cual está relacionado con la vocación turística de la región. Algunas ciudades como Cancún y Playa del Carmen mantienen su tasa de migración por arriba del 5.6% anual, lo que se ha interpretado por el INEGI como resultado de la llegada de miles nuevos residentes procedentes de los estados de Chiapas, Tabasco y Veracruz, los cuales mantienen fuertes crisis económicas y carencia de empleos bien remunerados.

La razón de esta migración es el desarrollo económico que se manifiesta en la región, lo cual es debido al turismo y que se traduce en una enorme fuente potencial de empleo situación que no se encuentra en muchas otras zonas, sobre todo rurales del sureste del país. Los registros indican que un total de 429 mil 389 habitantes mayores de cinco años tuvieron un lugar de residencia diferente con anterioridad a octubre de 2000.

Dentro de los resultados preliminares que se puede señalar es que la migración produce un comportamiento heterogéneo en las entidades de la frontera sur de México. Por un lado, se encuentra una entidad como Quintana Roo que se ha constituido como el polo hacia el cual se dirigen las principales corrientes migratorias de la región. En el otro extremo se encuentra Chiapas, entidad desde la cual proceden los principales flujos migrantes de la región, que se dirigen principalmente a Quintana Roo.

Resulta relevante señalar que Chiapas se ha convertido en una entidad con gran dinamismo migratorio al emerger en las dos últimas décadas como una entidad no sólo de tránsito y destino de importantes flujos migratorios internacionales, sino que ha cobrado importancia su papel como lugar de origen de migrantes que se dirigen a otras entidades del país y hacia los Estados Unidos. Actualmente los signos de esta múltiple condición migratoria ya se observan en distintos niveles, pero es probable que en los próximos años Chiapas se consolide no sólo como un interesante laboratorio para el estudio de la migración, sino como un estado con una vocación migratoria múltiple y diversa.

- *Población económicamente activa (PEA) con remuneración por tipo de actividad.*

De acuerdo con los registros del INEGI (2010) la distribución de la población económicamente activa en el municipio Cozumel es la que se muestra en la **Tabla 4.35**, la cual alcanza los 35,962 habitantes, lo que representa un 46.5% de total del población municipal.

Tabla 4.35 se muestra la distribución de la población económicamente activa en el municipio Cozumel.					
Municipio	Condición de actividad económica				
	Población económicamente activa			Población no económicamente activa	No especificado
	Total	Ocupada	Desocupada		
Cozumel	36,993	35,962	1,031	23,086	234

A partir de los registros existentes, se debe hacer notar que en la región la incorporación a las actividades productivas se manifiesta desde la temprana edad, por lo que desde los 12 años ya se realiza algún aporte a la economía del hogar. Asimismo, es importante la participación de la mujer en la economía local, las cuales han incrementado sus actividades más allá de las labores del hogar. El mayor dinamismo en la generación de empleo en el municipio se presenta en el sector terciario, básicamente por la actividad turística y actividades colaterales que en 2010 generaron aproximadamente el 70% del producto interno bruto estatal.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De manera general se puede decir que en el municipio se manifiesta un índice muy bajo de desocupación. Por otra parte, es evidente que las actividades primarias son las que tienen menor peso en la estructura ocupacional, en cambio el sector terciario es el mayor generador de empleo. Asimismo y en la zona de influencia directa del proyecto, las ramas de actividad primarias están vinculadas principalmente a la pesca. Las actividades secundarias se encuentran ligadas a pequeñas unidades de producción de insumos para el consumo humano inmediato (planificadoras, tortillerías, etc.) y a la construcción. Dentro del sector terciario se incluyen básicamente las actividades vinculadas al turismo y en menor proporción a los servicios públicos. En este sentido, la información disponible de 2010 indica que esta estructura ocupacional continúa polarizándose en torno al sector terciario, donde el turismo y sus actividades vinculadas son la pauta en la generación de empleo.

b) Factores socioculturales.

1) *Uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto.*

En la zona donde se ubicará el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, el único uso que se da a los recursos naturales es la contemplación paisajística y que está referida a la belleza del mar Caribe y las comunidades naturales de selva baja húmedales y duna costera. Aunque se debe decir que ésta puede verse opacada por el número y dimensiones que alcanzan los grandes cruceros turísticos que se encuentran atracados en los distintos muelles o fondeados en frente de la zona centro de la ciudad. Este escenario se magnifica durante la noche cuando surcan las aguas del mar con innumerables luces.

2) *Nivel de aceptación del proyecto.*

Como se ha referido, en el sitio preciso donde se habrá de desarrollar el proyecto está referido a la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*. Por lo que para el municipio en general, se debe esperar que se manifieste un fuerte interés por el desarrollo del proyecto, ya que actualmente la comunidad requiere de la ampliación de los espacios turísticos hoteleros y turísticos residenciales así como los comerciales. Una mayor cobertura en la comercialización de toda suerte de bienes y servicios; lo que conlleva a la apertura de fuentes de empleo y mayores y mejor atención que se otorga a los viajeros que han escogido este destino como su medio de esparcimiento.

3) *Valor que se le da a los sitios ubicados dentro de los terrenos donde se ubicará el proyecto.*

Como se ha referido, el sitio del proyecto se encontrará ubicado en una zona rodeada de espacios naturales, la cual cuenta con vías primarias de comunicación como es la Antigua Carretera Costera, la Carretera Costera Sur y vialidades secundarias de comunicaciones. Todo ello en la zona sur de la ciudad de Cozumel y considerada como una zonas de gran potencial turístico. Por esta razón, los terrenos tienen alto valor económico y los cuales requieren de la aplicación de algún proyecto de inversión que acentúe y les dé un valor agregado.

4) *Patrimonio histórico.*

Para el conjunto de predios de interés no se ha detectado la presencia de vestigios arqueológicos o históricos que le proporcionen algún tipo de valor adicional, y en su caso, limitante para su desarrollo urbano.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

c) Factibilidad de servicios.

- *Vías y medios de comunicación existentes.*

Debido a su carácter Insular no existe comunicación terrestre de Cozumel con el resto de la Entidad. Por otra parte, hacia el interior de la Isla se cuenta con la Carretera Costera Sur, totalmente asfaltada en todo su trayecto y que es de aproximadamente 65 Km. Además de que existe un ramal que conduce entre el kilómetro 7 y 18 que actualmente forma la antigua carretera costera que tiene un uso de perímetro cerrado, baja velocidad y ciclista. Además se cuenta con caminos secundarios hacia las localidades El Cedral; y a la Zona Arqueológica de San Gervasio. Asimismo, se cuenta con una terrecería en muy malas condiciones que conduce hasta Punta Molas en el extremo noreste de la Isla.

La comunicación marítima se realiza a través de un servicio de trasbordadores, el cuales efectúa el transporte de vehículos particulares y de carga para el abasto de la isla, con cruces diarios desde los muelles de Punta Venado (CALICA) y Puerto Morelos con punto de llegada en el nuevo Muelle de Transbordadores ubicado en la zona denominada Caletita y que fue inaugurado de manera reciente.



Foto 4.49 Vista del servicio de transporte marítimo en la ruta Playa del Carmen-Cozumel.

Asimismo, existe un servicio de transporte de pasajeros administrado por las empresas *Cruceros Marítimos del Caribe, S.A. de C.V., Ultramar S.A. de C.V.* y *Barcos Caribe, S.A. de C.V.*, quienes cubren la ruta de pasajeros entre Playa del Carmen-Cozumel, con servicio cotidiano (**Foto 4.49**).

Por otra parte, como infraestructura marítima existe un muelle fiscal mismo que cuenta con una amplia y cómoda terminal, Una terminal para el servicio de trasbordadores y 3 muelles internacionales para recepción de cruceros turísticos. Por lo anterior, se considera a la isla de Cozumel como el destino turístico que ocupa el primer lugar de afluencia de cruceros entre los destinos del Caribe.

- *Transporte aéreo.*

La comunicación aérea se realiza a través Aeropuerto de Cozumel, el cual está clasificado como de tipo internacional, cuenta con dos pistas, la 11-29 de 2,700 m de longitud y 45 m de ancho. La 05-23 con 2,500 m de longitud y 45 m de ancho.

El centro del aeropuerto desde donde se considera el cono de aproximación está ubicado a los 20° 31' 19.43" N y 86° 55' 45.40" W. Hasta diciembre 2009, según datos de ASUR se tuvieron un total de 435,679 pasajeros que arribaron a la Isla de Cozumel, como se puede observar en la **Figura 4.34**.

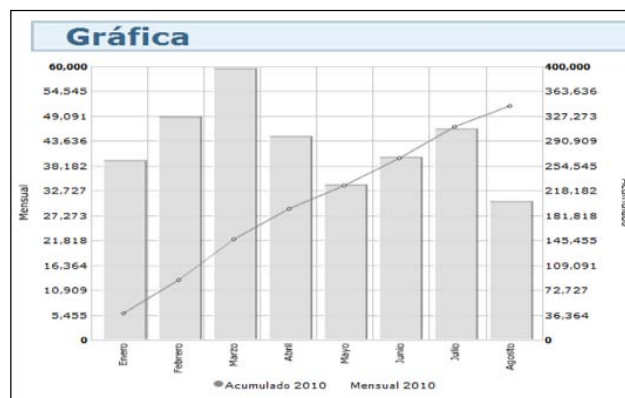


Figura 4.34 Estadísticas de arribos mediante el aeropuerto de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Teléfono*

El municipio Cozumel cuenta con servicio telefónico local y de larga distancia nacional e internacional, por lo que la localidad cuenta con casetas en sitios abiertos que funcionan por medio de tarjetas de prepago. Este servicio se encuentra administrado principalmente por la compañía Teléfonos de México. En el caso de la ciudad y las localidades ubicadas en toda esta zona de influencia, les corresponde la clave 987 para el servicio de larga distancia.

- *Telégrafo.*

El municipio de Cozumel recibe servicios de telegrafía por parte de Telégrafos Nacionales. La red telegráfica se compone de 1 administración que proporciona el servicio a la comunidad, misma que está ubicada en la población de San Miguel de Cozumel.

- *Correo.*

El Municipio cuenta con este servicio, el cual es proporcionado por el Servicio Postal Mexicano. Existe 1 oficina administrativa en la ciudad de Cozumel. Los servicios que ofrece esta empresa son el envío y entrega de: cartas y tarjetas, publicaciones periódicas, impresos, bultos, postales, correspondencia con franquicia, propaganda comercial y pequeños paquetes de forma nacional e internacional.

- *Telecomunicaciones.*

En el estado de Quintana Roo existen dos bandas de transmisión por radio, en la denominada amplitud modulada se cuenta con 15 estaciones, nueve de ellas son de tipo comercial y seis culturales. Por lo que se refiere a la frecuencia modulada existen 17 estaciones con de tipo comercial y una cultural. Además opera una compañía que ofrece el servicio de televisión por cable y hay repetidoras de las cadenas de televisión en red nacional privada.

d) *Vivienda.*

El tipo de vivienda predominante en el sector rural y suburbano, es el tipo maya, pero dada la influencia por la inmigración de pobladores de distintos estados de la república, se ha modificado el tipo de vivienda, con construcciones de piedra y cemento en lugar de la clásica palapa de madera dura tropical y techo de palma. En la ciudad de Cozumel, los programas de vivienda por parte de los organismos del sector oficial como el INFONAVIT y el FOVISSSTE están construyendo viviendas tipo.

La vivienda en Cozumel es en su gran mayoría construida con block y cemento; algunas de las familias que obtienen lotes por medio de los programas estatales de vivienda a través del Instituto del Fomento a la Vivienda y Regularización de la propiedad del Estado de Quintana Roo (INFOVIR), inician la construcción provisionalmente con materiales temporales (como láminas de cartón y madera) y paulatinamente realizan la construcción definitiva, el propio Instituto provee de facilidades crediticias para obtener materiales de construcción.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

e) Servicios públicos.

- *Drenaje y alcantarillado.*

La ciudad de Cozumel cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales conocida como Planta San Miguelito, cuyo proceso es a partir del tratamiento a base de lodos activados. Esta planta tiene una capacidad instalada para procesar 125 litros por segundo.

Actualmente, la planta de tratamiento funciona a su máxima capacidad, por lo que en la actualidad se está ampliando su capacidad de tratamiento para procesar hasta 220 litros por segundo.

En lo referente a la red de drenaje domiciliario, se considera que el 90% de los residuos líquidos provenientes de las viviendas son recolectados a través de la red y se envían a los cárcamos de rebombeo ubicados en las diferentes zonas de la mancha urbana, para luego bombearlos a la planta de tratamiento de aguas negras residuales (laguna aireada).

Por otro lado, algunos de los núcleos de población que no se localizan dentro de la red de servicios de drenaje cuentan con fosas sépticas. Según el INEGI, en el 2010, el 95.58% del total de las viviendas existentes en Cozumel, cuentan con drenaje, habiendo un déficit del 3.97%.

- *Relleno sanitario,*

Los residuos sólidos son recolectados por vehículos a cargo del sistema de Servicios Públicos Municipales de Cozumel y son transportados hasta el Relleno Sanitario municipal, ubicado en la parte oriental de la isla. El tratamiento que se da a los residuos sólidos consiste en la separación de materiales reciclables como plástico vidrio, aluminio y chatarra, los cuales son retirados del sitio en camiones que los transportan fuera de la isla para su reciclamiento y lo que no es reciclable se envía al relleno sanitario.

- *Sistema de Limpia.*

Tradicionalmente se le ha asignado al municipio de Cozumel, la responsabilidad de la limpieza de las áreas públicas y del servicio de recolección de la basura generada desde las casas habitación, comercios, etc. El Sistema de Limpia de Cozumel está integrado por un área administrativa y una operativa. Es el área operativa la encargada de llevar a desarrollo los programas de:

1. Recolecta de basura doméstica.
2. Transferencia de residuos sólidos urbanos y transporte al basurero municipal.
3. Operación del basurero municipal.
4. Descacharrización.

En el municipio se cuenta con 15 unidades recolectoras de carga trasera y 4 volquetes de 3.5 toneladas para el servicio de una comunidad que actualmente alcanza cerca de los 90 mil habitantes. Se opera con 2 turnos de trabajo, los cuales recorren los distintos sectores o colonias. El método que se determinó al respecto de la recolección es el denominado “de acera”.

El objetivo de la prestación del servicio de limpia es: proteger la salud pública y el medio ambiente. Sin embargo, asociados a estos objetivos primordiales del servicio están algunos objetivos del estado, y en particular, del organismo operador del servicio; que son: proteger la salud pública y el medio ambiente *al menor costo*. Lo anterior significa que el servicio mencionado se debe ofrecer de manera eficiente. La recolección de residuos consiste, en términos generales, en transportar los residuos sólidos desde la fuente de origen hasta el vehículo recolector, y del vehículo hasta el sitio de disposición final, pasando o no por alguna estación de transferencia.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- *Agua potable.*

La Isla de Cozumel, cuenta con el suministro de agua potable entubada y con el servicio de tomas domiciliarias. La clasificación general que hace agua potable es: sector suburbano y sistema rural. El abastecimiento de agua es administrado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado (CAPA), para ello cuenta con 274 pozos que producen un caudal de 138 l/s) de los cuales funcionan simultáneamente el 80%, mientras se recupera la calidad del acuífero en algunas zonas o se da mantenimiento al resto. Estos pozos son de baja producción con el objeto de no sobreexplotar el frágil manto, mezclando la interfase salina con el agua dulce. De acuerdo con los datos anteriores, en la **Tabla 4.36** se resumen las instalaciones que se cuentan en Cozumel para el suministro de agua a la población en general.

Tabla 4.36 Descripción del sistema de Agua Potable en la Isla de Cozumel (datos del año 2010).							
TIPO DE FUENTE	NÚMERO DE FUENTES		CAPACIDAD INSTALADA l/s	CAUDAL PRODUCIDO l/s	PROMEDIO DE HORAS QUE OPERAN AL DÍA	CAUDAL DESINFECTADO	
	OPERAN	NO OPERAN				l/s	%
Pozo profundo	274	134	140	138	24	138	100%

De esta manera, el agua es tratada por cloración antes de su distribución y transportada por bombeo, por lo cual para el año 2009 consistía, 14,845 tomas, representando con ello una cobertura de agua potable del 95.58 %.

- *Energéticos (combustibles).*

La ciudad de Cozumel cuenta con 3 Estaciones de Servicio mediante las cuales realiza el suministro de combustible a toda la Isla. El abastecimiento se realiza mediante camiones tipo pipa que llegan a la isla en los transbordadores de carga. El combustible se almacena en un depósito general y desde el cual se abastece regularmente a las estaciones de servicio en camiones tipo pipa de menor capacidad y tamaño.

- *Electricidad.*

La energía eléctrica que se oferta a la población es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, por lo que esta es conectada con una subestación en Playa del Carmen por medio de cables submarinos de que cruzan el Canal de Cozumel, Asimismo, CFE genera energía eléctrica con una capacidad máxima de generación de 25.50 MW. Además, se cuenta con la planta privada WARTZILA, que tiene una capacidad actual de generación de energía de 25.09 MW. Con respecto a las demandas estimadas de energía en Cozumel, la CFE ha calculado que para el año 2003 se tenía una demanda de 33 MW, mientras que para los años 2010 y 2015 se requerirán 36 MW y 41 MW, respectivamente.

f) Salud.

En la Isla de Cozumel el sector salud cuenta con la estructura que se muestra en la **Tabla 4.37**.

Tabla 4.37 Infraestructura de Salud en el municipio Cozumel.		
INSTITUCIONES	SERVICIOS	UNIDADES
IMSS	De consulta externa	1
	De hospitalización general b/	1
	De hospitalización especializada b/	0
ISSSTE	De consulta externa	1

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.37 Infraestructura de Salud en el municipio Cozumel.		
INSTITUCIONES	SERVICIOS	UNIDADES
	De hospitalización general b/	0
SDN	De consulta externa	0
	De hospitalización general b/	0
SM	De consulta externa	0

Además de los servicios que brindan las Instituciones de Seguridad Social, en Cozumel recientemente se han creado instituciones privadas que proporcionan servicios médicos a la comunidad como son: el Centro de Especializaciones Médicas, dos sanatorios que principalmente proporcionan el servicio de ginecobstetricia y varios consultorios de especialidades. Para el caso de la población rural el Sector Salud cuenta con técnicas de salud, mismas que son capacitadas para atender a las zonas rurales que se encuentra muy alejadas del centro de población.

g) Educación.

La cobertura educativa básica, preescolar y primaria en el municipio de Cozumel se considera suficiente, contándose con la siguiente estructura (**Tabla 4.38**).

Tabla 4.38 Estructura de la cobertura educativa en el municipio de Cozumel.			
ESTRUCTURA	OFICIAL	PARTICULAR	COMENTARIO
Jardines de niños	11	5	
Primaria	18	10	En este nivel hay 3 planteles que no laboran en el turno vespertino por lo que está garantizado el cupo para todos los alumnos.
Nivel medio básico	5	4	Se cuenta con un plantel en turno nocturno para atender a trabajadores. La oferta actual alcanza a cubrir la demanda pero a corto plazo se verá rebasada.
Nivel medio superior	3	2	
Profesionales técnicos.	1		
Educación superior	1	1	La oferta de carreras es bastante limitada, También es de mencionar el funcionamiento de un instituto oficial para la capacitación de trabajadores con una variada oferta de cursos.

No deja de ser importante mencionar que el crecimiento urbano acelerado ha ocasionado que algunas de las colonias nuevas, carezcan de planteles y que, aunque hay cupo en las escuelas existentes, muchos niños tienen que desplazarse grandes distancias para asistir a su escuela. En cuanto a aulas, se cubren las necesidades actuales. Además de que existen varias demandas escolares para cubrir necesidades de espacios administrativos tales como direcciones, cooperativas y espacios deportivo-recreativos. En cuanto a la Fisonomía escolar: está en marcha el programa de mantenimiento integral y mejoramiento de las escuelas.

Dentro de los beneficios que se otorgan a la comunidad están las becas que actualmente se distribuyen entre la población escolar y que alcanza las 1,103 con una inversión anual de 3,504,463.68: Además de que a través del sistema para el Desarrollo Integral de la Familia, se otorgan desayunos escolares en donde hay 398 alumnos beneficiados de 9 escuelas, faltando por cubrir 24 instituciones Además de que se benefician a 3,337 alumnos con 2 litros de leche por niño cubriendo las 33 escuelas de nivel preescolar y primaria.

En cuanto a la Tecnología educativa a nivel básico, Cozumel presenta la cobertura que se muestra en la **Tabla 4.39**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.39 Cobertura de Tecnología educativa a nivel básico.

CONCEPTO	COBERTURA:	COMENTARIO
Aula de medios	100 %.	Con Internet: 50 %
Total de computadoras	80 %	Funcionando 300
Sistema edusat	100 %	Funcionamiento: 60%
Secundaria siglo 21	1 de 4 escuelas	
Sistema enciclomedia	36 %	Funcionamiento: 100 %
Centros comunitarios	2 centros	Alumnos atendidos: 350

- *Promedio de escolaridad.*

En el municipio Cozumel, el nivel de escolaridad indica que más del 45.4 % de la población de más de 15 años de edad cuenta con estudios de pos-primaria. Así, en la **Figura 4.35** se muestra la distribución de los distintos niveles de instrucción educativa que se ha impartido en la zona hasta 2010.

- *Población con el mínimo educativo.*

Para la zona se considera como el nivel mínimo educativo que debe contar la población es que sepa leer y escribir, es por ello de acuerdo con los registros del INEGI (2010), se tiene que de la población total del municipio Cozumel que es del orden de los 79,535 habitantes, de éstos tan solo el 3.4 % se considera como analfabeta.

h) Actividades económicas.

- *Agrícolas.*

En poblados circundantes, pertenecientes al municipio de Cozumel se cultivan algunos granos y semillas e igualmente hortalizas. La agricultura en esta zona por ser de temporal, tiene bajos rendimientos y se destina al autoconsumo y el mercado regional. De esta manera, la actividad agrícola se reduce a algunas milpas de temporal localizadas principalmente a lo largo de la Carretera Transversal y en el núcleo poblacional de El Cedral, conteniendo la asociación de cultivos tradicional Maíz – calabaza – frijol chile; la horticultura es incipiente y de traspatio.

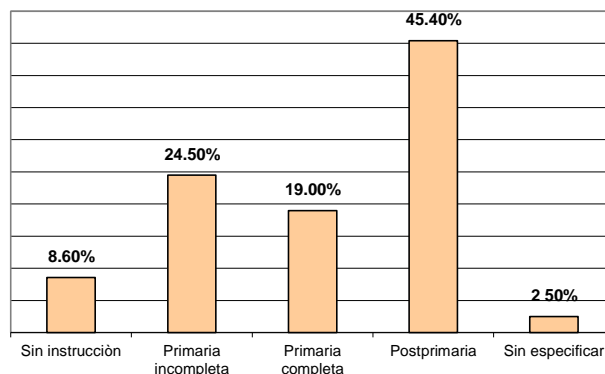


Figura 4.35 Escolaridad en el municipio Cozumel.

- *Ganadería.*

El proceso de desarrollo ganadero ha tenido un cambio radical, en la zona, se ha reducido la producción, su dinámica y número de cabezas de ganado. La ganadería es de tipo intensivo, su expansión está restringida según el Decreto de “Declaratorio de Usos, Destinos y Reservas de Cozumel” del Plan Director de Desarrollo Urbano de Cozumel, así como por el Programa de Ordenamiento Territorial de la Isla. De cualquier manera, ésta se llega a desarrollar en zonas adyacentes a las agrícolas a lo largo de la Carretera Transversal, en El Cedral y algunos potreros en la zona de San Gervasio.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

La apicultura ha sido una actividad destacada en Cozumel, no obstante la baja en la producción por la africanización de los enjambres.

- *Pesca.*

La pesca en el estado se ha transformado en una importante fuente de ingresos, especialmente divisas, ya que la mayoría de la producción que se obtiene es para exportación. De los seis municipios con producción pesquera el que tiene mayor número de pescadores es Benito Juárez, con dos puertos pesqueros, Puerto Juárez y Puerto Morelos, seguido de Cozumel.

En cuanto a este sector, se realiza a través de la cooperativa y pescadores libres, posee una infraestructura importante para su pesca.

Los principales productos pesqueros son langosta, caracol, escama. La pesca tiene poca incidencia aunque permite abastecer de marisco y pescado a la industria turística.

La actividad pesquera se realiza por una sola cooperativa, la demanda de producto en la Isla es cubierta parcialmente por la Cooperativa local y el producto restante se adquiere en distribuidoras de mariscos que traen el producto de otros lugares.

- *Industriales.*

Cozumel con su dinámica, absorbe cierto número de industrias pequeñas orientadas a satisfacer las necesidades y prioridades del desarrollo regional, pero a su vez está limitado por los altos costos del mercado de la mano de obra.

La industria de la construcción, ha sido una de las más beneficiadas directas del desarrollo turístico. Fuera de esta última las demás industrias son de transformación o manufactureras menores.

Asimismo, hoy en día el turismo y la construcción generada por éste, así como todas las actividades dependientes, comercios, servicios y otros, son los principales generadores de empleos.

La actividad industrial se reduce a la extracción y triturado de materiales pétreos; esta se encuentra restringida a algunas zonas de la isla según la declaratoria de usos y destinos de suelo anexa al Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Cozumel vigente.

- *Tipo de economía.*

La situación económica en el Municipio de Cozumel indica que cerca del 60 % de la población económicamente activa recibe entre 1 y 3 salarios mínimos.

Por otra parte, el salario mínimo vigente en el municipio es de \$ 66.45 pesos, tanto para el medio urbano como para el rural. Sin embargo, la remuneración de los trabajadores puede alcanzar hasta \$ 200.00 pesos diarios o más dependiendo del área y especialidad.

Es importante señalar, que esta última percepción salarial es insuficiente para satisfacer las necesidades de una familia, debido a que las poblaciones ubicadas a lo largo del trazo carretero registran un fuerte crecimiento económico, lo cual repercute en el incremento de los precios de productos y servicios.

IV.2.2.4 Paisaje

- *La visibilidad.*

Para los inmuebles de interés este parámetro debe analizarse en dos sentidos. Hacia los predios ubicado entre la zona ZOFEMAT y la Antigua Carretera Costera en donde la visibilidad es más abierta, lo anterior debido a que la mayor parte de los predios se cubre de una vegetación de duna costera la cual se caracteriza por ser vegetación de baja altura de 1 a 4 m y en algunos espacios se cubre de amplios manchones de vegetación herbácea y e inclusive espacios desmontados. Asimismo, se considera de cierta relevancia la presencia de una topografía sensiblemente plana, misma que desciende desde los 3-0 msnm hasta alcanzar el litoral con el mar Caribe. De esta manera, en algunos puntos las formaciones se pueden apreciar desde puntos ligeramente más elevados y desde los cuales se impone la presencia de mar Caribe.

Hacia el inmueble ubicado entre la Antigua Carretera Costera y la Carretera Costera Sur, la visibilidad es escasa, lo anterior debido a la densa cobertura que impone la presencia de la selva baja subcaducifolia y que manifiesta sus estratos naturales (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Asimismo, se considera de gran relevancia la presencia de una topografía sensiblemente plana y libre de toda clase de accidentes de importancia. De esta manera, todas las formaciones se encuentran en un solo plano lo que limita fuertemente la visibilidad.

- *La calidad paisajística.*

Como en el caso anterior, este parámetro debe ser analizado desde dos puntos de vista, por lo que para los inmuebles costeros desde el punto de vista escénico existe una alta calidad paisajística, debido a que en la zona prevalece la presencia de formaciones naturales y en las cuales se manifiesta poca intervención por parte del ser humano. Además de que desde distintos puntos se observa la combinación tierra-mar, en donde el color y tonalidades de las aguas del mar Caribe habrán de crear escenarios impresionantes. Por ello, se considera que en algunos puntos existe una cobertura de apenas un 10-20% por parte de la vegetación de duna costera, por lo que la visibilidad se va al infinito.

Para los inmuebles ubicados tierra adentro, desde el punto de vista biológico existe una regular calidad paisajística, debido a que en la zona prevalece el incipiente componente urbano y un ecosistema selvático con cierta fragmentación y en el cual se manifiesta cierta intervención por parte del ser humano (presencia de las carreteras perimetrales, algunas edificaciones ubicadas al norte, etc.). No obstante, se considera que aún existe una cobertura del 70-100% por parte de la vegetación de selva baja secundaria y cuya visibilidad apenas alcanza los 20-50 m, la estructura de la vegetación es de un ecosistema en fase temprana de desarrollo y abundan las especies propias de ecosistemas secundarios como es *Cecropia peltata* (guarumbo), *Viguiera dentata* (tahonal), entre otras.

- *Características intrínsecas del sitio.*

De acuerdo con la manera de cómo se han desenvuelto los distintos eventos que caracterizan a la zona de interés, se puede determinar la presencia de un paisaje sumamente frágil. Lo anterior ha quedado evidente ante la presencia de los distintos eventos hidrometeorológicos que han afectado la región, por lo que sin duda Gilberto (1988) y Wilma (2005) son eventos imborrables en la historia natural de la Isla. Después de estos eventos, se observa un deterioro del ecosistema ya que fueron derribadas una gran cantidad de especies arbóreas, la caída de ramas de los estratos más altos y la defoliación de prácticamente el 100% de los individuos. Ante este tipo de eventos, se deberá esperar la recuperación de la calidad de los recursos naturales de la región, lo que se ve reflejado

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

en ecosistemas de baja altura, tallos bifurcados y extensas zonas cubiertas de vegetación secundaria. Solamente que estos eventos pueden ser de naturaleza tardía y de difícil pronóstico.

- *Calidad visual.*

En la zona de interés prevalece una cobertura de vegetación natural: dunas costeras, selva baja subcaducifolia, humedales, etc. Es por ello que se considera la existencia de alta calidad visual. Si se agrega la presencia de litoral con el mar Caribe hacia el extremo poniente del sitio de interés sin duda que se tendrá una de los paisajes de mayor belleza y que ha dado fama a todo el Caribe Mexicano en el ámbito mundial. Esta es una de las razones por las cuales se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto, es decir, la promotora justifica el desarrollo del proyecto debido precisamente a la calidad visual del paisaje.

- *Calidad del fondo escénico.*

Como se ha referido en los incisos anteriores, el fondo escénico de la región queda enmarcado dentro del paisaje generado por las tonalidades azul-turquesa de las aguas del mar Caribe. Sin duda que este es un escenario que ha dado vida al proyecto turístico más importante en el ámbito internacional y que genera la principal actividad en el estado de Quintana Roo. Es por ello que se pretende el desarrollo de un proyecto acorde con el cumplimiento de la normatividad ambiental y que permita el aprovechamiento de espacios de la más alta calidad escénica.

- *Fragilidad.*

De acuerdo con la manera de cómo se han desenvuelto los distintos eventos que caracterizan a la zona de interés, se puede determinar la presencia de un paisaje sumamente frágil. Lo anterior ha quedado evidente ante la presencia del huracán Wilma, que azotó en la zona en el mes de octubre del 2005. Después de cerca de 9 años de la manifestación de este evento, aún se puede observar que los ecosistemas se encuentran en fase de recuperación y asimilación del evento y aunque en muchas localidades se ha recuperado la cobertura, todavía se pueden observar especies arbóreas derribadas, árboles secos en pie, etc.

Asimismo, uno de los eventos que se esperan es la continuidad de la presencia humana en la zona, ya que existen vialidades principales de acceso. Ante este tipo de eventos, se deberá esperar la continuidad en el deterioro de la diversidad y los recursos naturales de la región.

No obstante lo anterior, el predio se ubica en una zona en donde los instrumentos de planeación como es el POEL del municipio de Cozumel indican que se puede aplicar un apolítica de aprovechamiento y un uso Turístico Hotelero/Residencial Turístico, situación que se debe realizar bajo los criterios del desarrollo sustentable, situación que es del todo viable.

- *Frecuencia de presencia humana.*

Este aspecto se debe considerar bajo dos rubros: a) como asentamientos humanos en la zona. En este aspecto debe referir que actualmente existe escasa presencia humana en la zona, ya que los alrededores encuentran prácticamente despoblados y no hay asentamientos humanos. Inclusive existen pocas rancherías en la zona ya que la población se concentra en Cozumel a 11 Km al norte o en El Cedral a 14 km al sureste. b) Por otra parte y como se referido el proyecto "*Plan Maestro Bahía Turquesa*", se habrá de edificar en un conjunto de inmuebles ubicados entre la antigua Carretera Costera y la nueva Carretera Costera Sur de la Isla de Cozumel. Por lo que se debe referir que sobre estas vialidades y en especial sobre la nueva carretera circulan vehículos a gran velocidad

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

aún durante la noche, lo que tiene sus repercusiones en el alejamiento de la fauna silvestre típica de la zona y, desde luego, en el deterioro del paisaje por la generación de ruido más allá de lo natural.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

De acuerdo a la Fracción XXXIX, del Artículo 7, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable², los Servicios Ambientales son aquellos beneficios que proporcionan al ser humano los distintos ecosistemas forestales, sean estos de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos que estos contienen. De esta manera, aquellos que se han considerado como los más importantes son los que se anotan a continuación:

- a) La provisión del agua en calidad y cantidad.
- b) La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.
- c) La generación de oxígeno.
- d) El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
- e) La modulación o regulación climática.
- f) La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.
- g) La protección y recuperación de suelos, el paisaje y la recreación, entre otros.

Considerando que la edificación del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa*, se habrá de desarrollar dentro de un conjunto de predios los cuentan con una superficie conjunta de 103,713.91 m² (10.37 Ha) y de la cual se pretende realizar el cambio de uso de suelo en 1.01 Ha y una total conjunta de 3.59 Ha (considerando todas las etapas del proyecto), lo que equivale a un C.O.S. de 34.6%. Además que el uso que se dará será acorde a lo que dictamina el POEL de la Isla de Cozumel y en cumplimiento de los parámetros referidos en el Programa de Manejo del Parque Marino Arrecifes de Cozumel. Por lo que en ese caso, se considera que los terrenos son aptos para el uso como zona residencial turística.

Por lo anterior, se tiene previsto que se habrá de reducir en cierta medida los espacios naturales, los cuales consisten de arbolado semidisperso (aunque considerado como forestal); así como la modificación puntual de los procesos de sucesión natural que se realizan en el ecosistema predominante. Por lo que es preciso destacar los aspectos que se relacionan de manera directa con respecto a los servicios ambientales que procuran estos ecosistemas y que se pueden derivar en su afectación y/o deterioro por el desarrollo del proyecto. Por lo que los aspectos más relevantes se habrán de describir en los apartados siguientes:

IV.3.1. La provisión del agua en calidad y cantidad.

Se espera que por la remoción de la vegetación forestal inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas el proyecto), se pudiera promover la afectación en la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el conjunto de predio de interés. No obstante, los efectos en la captación de agua no serán del todo significativos, además de que el impacto será en un área puntual con respecto a la Isla Cozumel, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo turístico y urbano. Es por ello que se deben de tomar en consideración los siguientes conceptos.

² Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Última reforma publicadas DOF 07-06-2013.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En relación al **deterioro de la calidad del agua**, se considera que por el desarrollo del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, ésta no se verá comprometida debido a los factores siguientes:

De acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO₅),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo debido a su naturaleza cárstica. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero.

Para el caso de la Isla de Cozumel, los estudios de su hidrología subterránea indican que se cuenta formalmente con un acuífero libre, mismo que se identifica con el número 2305. Además y de acuerdo con la más reciente actualización de disponibilidad de agua subterránea de la CONAGUA³, se indica que alcanza los valores de carga y recarga que se muestran en la **Tabla 4.40**.

Tabla 4.40 Región Administrativa Península de Yucatán: Acuífero Isla de Cozumel.							
CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
millones de m ³							
2305	ISLA DE COZUMEL	208.7	160.4	12.958558	8.2	35.341442	0.000000

R: Recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Los valores antes referidos, indican que aún existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Isla de Cozumel. Por lo que el volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero es de 48.3 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se habrán promover acciones que no comprometan la modificación en la calidad del agua como son:

1. En primera instancia se debe citar que en la zona donde se ubicará el proyecto de interés no existen pozos de captación, ni existe ningún asentamiento humano que requiera de la dotación de agua. Por lo que no existen situaciones a través de las cuales se pudiera ver comprometida la modificación en la calidad de agua del acuífero correspondiente.
2. Además y de acuerdo al diseño arquitectónico del proyecto, en ningún momento se llevará a cabo la apertura de pozos artesianos ni excavaciones a cielo abierto, a través de los cuales se pudiera enviar contaminantes hasta las capas profundas del subsuelo y acuífero.

³ ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero isla de Cozumel, clave 2305, estado de Quintana Roo. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299571

CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO

3. Por otra parte y para evitar la contaminación de las aguas subterráneas, durante la etapa de construcción se llevará a cabo la adecuada disposición de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por lo que se habrá de contar con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, donde se habrán de confinar los desechos sanitarios, Además dichos sanitarios habrán de contar con el mantenimiento adecuada para su limpieza, conservación y la disposición final de dichas aguas. De esta manera, en todos los casos este servicio se llevará a cabo a través de contrato específico con alguna de las empresas proveedoras existentes en la Isla de Cozumel y que cuenten con la garantía específica de que todos los efluentes recolectados serán enviados a alguna planta de tratamiento de aguas residuales establecida en la Isla de Cozumel.
4. Durante la etapa de operación, las instalaciones del proyecto estarán conectas a la planta de tratamiento que será construida *ex profeso* por el propio desarrollo, por lo que se cumplirán con las Normas y parámetros que permitan hacer inocuos a este tipo de efluentes. Se debe referir que lo anterior ya ha sido autorizado por parte de la SEMARNAT, lo que se encuentra incluido dentro de la resolución 04/SGA/1657/12-5071 en materia de impacto ambiental.
5. De manera adicional, el desarrollo del proyecto habrá de generar residuos sólidos urbanos, por lo que se deberá aplicar un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se deberá contar con un espacio específico para su almacenamiento temporal; contenedores herméticos con tapa y bolsas plásticas para facilitar su desalojo; en el caso del combustibles y aceites, se deben almacenar en áreas específicas que cuenten con piso pulido de concreto, contenedores rotulados, señalamientos, etc.; A la vez que se habrá de llevar a cabo la separación y reciclamiento de los desechos para promover un segundo uso a los mismos; se contará con un programa de envió periódico de la basura al relleno sanitario de la Isla, etc.
6. Además se realizará mantenimiento preventivo periódico de la maquinaria y vehículos fuera de la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso del suelo, lo que debe corresponder con talleres especializados ubicado en la zona urbana, con el fin de evitar derrames de combustible, grasas o aceites. Así como el manejo adecuado de envases, piezas mecánicas y productos de embalaje
7. Bajo esta situación y en caso de algún derrame accidental de combustible, grasas, aceites y demás, se deberá retirar del sitio todo el suelo que pudiera estar contaminado. Además de que a estos desechos se les debe dar tratamiento como residuos peligrosos.
8. De manera adicional, es importante señalar que durante la construcción del proyecto se habrá de conservar una superficie de 6.77 Ha, de acuerdo a los indicado en los criterios del POEL de la isla de Cozumel por lo que estos espacios deberán estar cubiertos de vegetación natural de selva baja subcaducifolia, lo que contribuirá a la continuidad en la recarga natural del acuífero y a evitar la contaminación del agua. Adicionalmente, el proyecto no pretende llevar cabo ninguna actividad en las áreas identificadas como humedales.

Bajo este concepto, el proyecto no contribuirá de manera significativa la deterioro de la calidad del agua en la zona.

En relación a la **disminución en la captación del agua**, se considera que por el desarrollo del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* este servicio no se verá afectado negativamente. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

estas acciones se podrá garantizar que la continuidad de los procesos de infiltración natural del agua lluvia al subsuelo. Por lo que en primera instancia se deben hacer las siguientes consideraciones:

- a) En primer término se debe referir, que en el sitio del proyecto no existe ninguna población asentada, por lo que actualmente no se lleva a cabo la extracción de agua, ni existe ningún pozo para este fin. De esta manera actualmente el agua de lluvia que se precipita en la zona contribuye al sostenimiento de la vegetación natural, por lo que parte de ella se pierde a través de la evapotranspiración y otra más contribuye a la recarga del acuífero. Solamente que en este último caso, cuando el acuífero alcanza cierto nivel el agua comenzará a fluir de manera laminar hacia terrenos más bajos y en la mayoría de los casos enviando las aguas hacia el mar.
- b) Asimismo y de acuerdo con los estudios hidrológicos que se han realizado en la Isla de Cozumel con referencia al abasto de agua para la población, así como la localización, recarga y aprovechamiento del acuífero aprovechable (Amigos de Sian Ka'an, 2012; Diario Oficial de Federal, 2011), se reconoce que éste se ubica hacia la porción central de la Isla. Para estos espacios se ha determinado un polígono como zona de conservación, lo que corresponde con la UGA C1 de POEL de Isla de Cozumel. Por lo que en ellos se lleva a cabo el uso restringido de los recursos y están a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado quien administra el suministro de agua. Al respecto, se debe referir que el sitio del proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 5 Km al suroeste de la porción sur polígono donde se considera como la recarga de acuífero útil de la Isla, por lo que bajo ninguna circunstancia se afectará el acuífero que abastece actualmente a la población de la Isla.
- c) Además y en relación a la dirección de los flujos subterráneos se reconoce que estos se generan desde la porción central de la Isla y aquellos que no son extraídos para su consumo fluyen radialmente hacia el mar. Lo anterior, indica que el agua que no ha sido aprovechada para consumo humano o animal finalmente se pierde de manera irremediable en las aguas del mar Caribe. Esta situación se puede constatar físicamente en la zona de humedales con manglar que se ubican en el frente de playa del Lote 43, en el cual durante la temporada de lluvias se colma de agua (por la que se precipita localmente y de flujos laminares que corren desde las zonas relativamente más altas), pero en la medida que el nivel sube la misma finalmente comienza a drenarse libremente hacia el mar por medio de pequeñas bocanas que se abren de manera natural debido a la propia presión que ejerce el agua que está contenida dentro el humedal, disponiendo (perdiéndose) la misma en las aguas del mar.
- d) Por otra parte, aguas arriba de la zona de interés se lleva a cabo el uso de suelo para el desarrollo de la vida natural, por lo que no existen asentamientos humanos de importancia a no ser pequeñas rancherías y parcelas ejidales en un radio mayor a los 5 Km. Es por ello que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia, prácticamente no han sido modificadas previamente al planteamiento del proyecto. De tal manera que el agua de lluvia se infiltra libremente en terrenos naturales cubiertos de vegetación de selva mediana subperennifolia (centro de la Isla) y selva baja subcaducifolia (cerca de la franja costera).
- e) Aguas abajo de la zona de interés se encuentra el mar Caribe, por lo que tal y como se ha referido, el agua subterránea se habrá de transferir a este cuerpo de agua ya sea de manera subterránea o por el desborde de humedales y terrenos bajos, por lo que la misma se ha perdido de manera irremediable.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.50 El humedal completamente deshidratado durante la temporada seca del año



Foto 4.51 Humedal colmado de agua producto de la precipitación pluvial



Foto 4.52 Dren natural a través del cual transfiere el agua del humedal hacia el mar

- f) En este sentido, el proyecto tan solo afectará una superficie de 1.01 Ha de terreno natural (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto), lo que representa tan solo un 0.0001% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en la Isla de Cozumel. Lo anterior con base en los trabajos de Romero-Nájera (2004), quien reconoce que existe una superficie del orden de 247,000 Ha (5.18% de la cobertura vegetal de la Isla) que se cubren de vegetación de selva baja subcaducifolia, a las que se le pueden sumar 1,100 Ha de vegetación de acahual (0.02%). Además de que adicionalmente se cubre una superficie de 3'105,100 Ha de selva mediana subperennifolia que representa el 65.14%, lo cual se representa en la **Tabla 4.41**.

Tabla 4.41 Tipos de vegetación en el municipio de Cozumel.		
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA	
	(HA)	(%)
Acahual	1,100	0.02
Manglar	159,900	3.35
Manglar-Tasistal	73,600	1.54

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.41 Tipos de vegetación en el municipio de Cozumel.		
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA	
	(HA)	(%)
Manglar-Tasistal-Vegetación de dunas costeras	68,400	1.43
Manglar-Tular	2,100	0.04
Mangle rojo	109,500	2.3
Mangle blanco	335,100	7.03
Selva baja subcaducifolia	247,000	5.18
Selva baja subcaducifolia-Manglar	23,500	0.49
Selva mediana subcaducifolia	3'105,100	65.14
Tasistal	18,900	0.4
Tasistal-Vegetación de dunas costeras	71,600	1.5
Vegetación de dunas costeras	6,300	0.13
Vegetación de dunas costeras-Manglar	10,400	0.22
Zonas antrópicas	355,700	7.46
Cuerpos de agua	178,400	3.74
TOTAL	4,766,600	100

De acuerdo con los datos anteriores, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* no habrá de afectar de manera dolosa la cobertura de la vegetación de selva mediana subperennifolia y baja subcaducifolia, ya que el conjunto de predios tan solo corresponde con 0.0004 % de la cobertura de este último tipo de vegetación. De esta manera, las afectaciones que implican disminución en la captación de serán de tipo puntual y localizada.

- g) Además el proyecto habrá de mantener como prioridad la cobertura vegetal en las zonas que no interfieren con el proceso constructivo lo que refiere una superficie 6.77 Ha lo facilitará la infiltración del agua de lluvia.
- h) Finalmente y como se ha referido, el proyecto evitará la contaminación del manto freático mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, por lo que todos los desechos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello. Asimismo, en la etapa de operación se contará con un sistema de drenaje el cual deberá estar conectado a la planta de tratamiento de propio desarrollo.

Con el objeto de ser más precisos sobre la captación de agua en la zona y de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI (2002) y por la Estación Meteorológica Cozumel con clave 23-003, misma que cuenta con cerca de 50 años de observación, se reconoce que en la Isla se presentan precipitaciones del orden de los 1,504 mm anuales, lo que representa un volumen de orden de los 1.559 Mm³ de anuales para el conjunto de predios de interés. Asimismo, se debe considerar que en la zona se manifiesta una topografía sensiblemente plana por lo que no existen corrientes superficiales a través de las cuales se pudiera dar el escurrimiento o presentar avenidas que faciliten la pérdida intempestiva de agua que se precipita.

De acuerdo a lo anterior, al no existir corrientes superficiales en la zona, la porción del agua que se precipitación es absorbida por las plantas y los suelos, mientras que los excesos que se generan cuando se llega a saturar el terreno y se colma el bajo relieve fluyen de manera laminar hacia terrenos bajos y que en este caso se cubren de vegetación de humedales (con manglar, tulares, saibales, etc.), como los ubicados al norte del inmueble de interés o la propia zona de manglar

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ubicada hacia el costado noroeste del conjunto de predios. Por lo anterior, se considera oportuno efectuar el cálculo de la infiltración del agua para la zona de interés.

Metodología para el cálculo de la infiltración de agua en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

Asimismo, el escurrimiento se puede estimar a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de K , que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo “B” que pertenece a los “suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, son algo más compactos que los correspondientes a los suelos “A” y son definidos como terrenos migajosos” y de uso de suelo clasificado como “Bosque, con una cobertura entre un 50 al 75%”.

Asimismo, cuando sea haya realizado el proyecto el terreno será considerado con un uso de “barbecho, áreas incultas y desnudas” y después, cuando se lleve a cabo el mantenimiento de la zona se considerará como “pradera permanente”.

A cada uno de estos conceptos le corresponde un valor K , cuya estimación se obtiene aplicando el algoritmo siguiente:

$$C_e = K * \frac{(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5}$$

Donde:

- C_e = Coeficiente de escurrimiento
- k = Constante de tipo y uso de suelo
- P = Precipitación anual en mm

Se aplica esta ecuación debido a que de acuerdo con la Norma el valor de K es mayor que 0.15. Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Estimación de la infiltración de agua en el área sujeta para cambio de uso de suelo en las condiciones actuales en las que se encuentra el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se dejaría de infiltrar por la remoción de la vegetación forestal.

Para el caso particular del proyecto se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación Cozumel (2012) con un valor de 1,504 mm anuales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

K = Para este caso se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los suelos;

Bosque cubierto del 50 al 75%	=	0.22
Barbecho, áreas incultas y desnudas	=	0.28
Con proyecto	=	0

El coeficiente de escurrimiento se calculó a partir de estos datos y resultó la siguiente estimación:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%

$$C_e = 0.22 * \frac{(1504 - 250)}{2000} + \frac{(0.22 - 0.15)}{1.5} = 0.22 * 0.627 + 0.046 = 0.1846$$

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas.

$$C_e = 0.28 * \frac{(1504 - 250)}{2000} + \frac{(0.28 - 0.15)}{1.5} = 0.28 * 0.627 + 1.570 = 0.2622$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{matrix} \text{Volumen anual de} \\ \text{escurrimiento natural} \\ \text{millones de m}^3 \end{matrix} = \begin{matrix} \text{Precipitación de} \\ \text{la cuenca en m} \end{matrix} * \begin{matrix} \text{Área de} \\ \text{afectación Km}^2 \end{matrix} * \begin{matrix} \text{Coeficiente de} \\ \text{escurrimiento} \end{matrix}$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores y se tiene como resultado lo siguiente:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%

$$VoIESC = 1.504 * 0.001 * 0.1846 = 0.000278 \text{ Mm}^3$$

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas

$$VoIESC = 1.504 * 0.001 * 0.2622 = 0.000394 \text{ Mm}^3$$

En relación a la infiltración, la norma no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - VoIESC$$

Donde:

I : Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)

P : Precipitación media anual en el área de interés (m^3),

Donde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (km^2)

E : Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Por lo tanto, los valores de escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.01512257 - 0.000278 = 0.014844932 = 14,844 \text{ m}^3$$

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas (desmonte).

$$\text{Infiltración} = 0.01512257 - 0.000394 = 0.014728221 = 14.728 \text{ m}^3$$

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se debe de esperar que una vez que se haya realizado el desmonte de la vegetación, la infiltración en el sitio disminuirá la captación de agua en un volumen aproximado de 0.0116 m³ anuales, es decir, un 0.78% menos del que se capta con la cobertura vegetal actual. No obstante, una vez ejecutado el proyecto se establecerán áreas permeables y áreas ajardinadas que en total representan el 65.4% de la superficie total del conjunto de predios.

Bajo este concepto, el proyecto no alterará de manera significativa la captación de agua en la zona.

VI.3.2. La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que refiere a la captación y almacenamiento de carbono de la atmósfera a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis y la formación de tejidos vegetales. Los árboles absorben el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos del suelo y aire. La cantidad de CO₂ que el árbol captura durante un año, se verá representada en tan sólo un incremento mínimo anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

En este sentido, se considera que aproximadamente del 42% al 50% de la biomasa de un árbol es carbono (materiales secos). Por lo tanto, habrá una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, habrá de emitir al suelo la misma cantidad de carbono que capturó o si el mismo es quemado lo devolverá a la atmósfera. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

En este caso, para estimar la captura de carbono se han empleado los criterios propuestos por Dávalos-Sotelo *et al.* (2008⁴), quienes presentaron un procedimiento que se considera adecuado y económico para estimar la biomasa forestal, en donde la medición se efectúa de manera directa a partir de los datos de densidad de la madera y volumen de la vegetación leñosa. Los valores de peso seco de la biomasa se pueden obtener a partir de los datos de densidad aparente de la madera de especímenes colectados con taladro Pressler o con métodos no destructivos (por ejemplo, con madera de ramas). Se debe calcular el volumen de cada árbol individual en el campo y de ahí se puede estimar el peso total de la biomasa y la cantidad de carbono capturada.

Con una ecuación simple se puede estimar la cantidad de carbono capturado para un árbol de forma individual:

$$CC = 0.7 * AB * HF * DA * FEB * fC$$

Donde:

- CC = carbono capturado (T).
- AB = Área basal (m²).
- HF = Altura del fuste limpio (m).
- DA = Densidad de la madera (T/m³).
- FEB = Factor de expansión de biomasa.
- fC = Fracción de carbono en la biomasa.

La propuesta de estos autores indica que “si no se sabe el valor de la densidad de la madera, se puede tener un valor aproximado utilizando el valor de 0.5. Además se puede aplicar un valor

⁴ <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/542/cap16.pdf>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

determinado para FEB = 2.1. Para el casos de la estimación de fC se ha recomendado asignar un valor de 0.5”.

De acuerdo con los antes expuesto, los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árbol, suelos, topografía y prácticas de manejo. La acumulación de carbono llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. Además se considera que el punto de saturación de cada individuo se presenta cuando los árboles alcanzan su madurez y desarrollo completo.

Con base en este algoritmo antes referido, en la **Tabla 4.42** se muestran los valores de captura de carbono para la selva baja subcaducifolia del conjunto de predio del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa*. Además de que las estimaciones comparativas fueron elaboradas con base en los muestreos realizados en el mismo tipo de vegetación ubicado al oriente de dichos inmuebles y utilizando los registros de campo capturado Consorcio de Investigaciones Ambientales Avanzadas en Quintana Roo, S.C. (2008, inédito).

Tabla 4.42 Captura de carbono por especie para la selva baja subcaducifolia.				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	APOORTE (Ton/Ha)	
			SUBCUENCA	INMUEBLE
Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Álamo	9,686.3	55.2
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>		7,566.2	
Annonaceae	<i>Annona primigenia</i>	Anonilla	5,562.8	242.1
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamche	4,440.9	
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amate	2,923.9	268.8
Fabaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2,737.7	551.4
Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higuillo	2,694.5	23.3
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	2,595.7	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2,252.7	90.2
Rutaceae	<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	2,129.4	57.7
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	1,559.4	3,403.4
Fabaceae	<i>Gliricidia maculata</i>	Sakiap	1,514.7	656.5
Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceiba	1,502.8	238.6
Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sahpa	1114.1	
Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	998.7	692.0
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	919.2	5,050.4
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	914.0	110.8
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	811.0	2,124.8
Fabaceae	<i>Caesalpinia violacea</i>	Chateviga	779.3	346.3
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	721.6	165.5
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	693.5	702.9
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	636.4	1,109.7
Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	Chintok	634.4	
Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	617.7	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	565.7	
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	558.0	
Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	531.1	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	529.2	314.3
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	277.1	176.8
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	144.3	461.8
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	123.2	433.0
		TOTALES	58,735.4	17,275.5

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Como puede observarse en la tabla anterior, en las zonas forestales del complejo de predios donde se desea llevar a cabo la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se distribuye una selva baja subcaducifolia en la cual se distribuyen 22 especies y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 17,275.5 Ton/Ha. Para este tipo de vegetación las especies que más contribuyen son *Piscidia piscipula* (habin con 5,050.4 Ton/Ha; *Coccoloba diversifolia* (sakbob) con 3,403.4 Ton/Ha y *Vitex gaumeri* (yaxnik) con 2,124.8 Ton/Ha.

Estos mismos valores fueron estimados para la vegetación de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva que se distribuye dentro de la Subcuenca "f". En este caso y a partir de los valores de la tabla arriba citada en el sitios donde se desea llevar a cabo el desplante del proyecto, se distribuye el mismo tipo de vegetación y donde se ha encontrado distribución de 31 especies contadas a partir de los 10 cm en DAP y se contribuye con una captura total de carbono del orden de las 39.156.4 Ton/Ha. Con referencia al elenco de especies se debe citar que las 22 especies presentes dentro de los inmuebles del proyecto están representadas en la Subcuenca "f" aunque aportando valores acordes a las proporciones de terreno. Además para esta porción más importante del ecosistema las especie que más contribuyen son *Lysiloma latisiliquum* (tzalam) con 9,686.3 Ton/Ha, *Metopium brownei* (chechem) con 7,566.2 Ton/Ha y *Piscidia piscipula* (habin) con 5,562.8 Ton/Ha.

Los resultados obtenidos indican que dentro de los inmuebles del proyecto, se lleva a cabo relativa baja contribución en la captura de carbono por lo que está contribuye tan solo con un 30% del que se lleva a cabo en la selva baja ubicada hacia el oriente de los inmuebles del proyecto. Desde luego que esto tiene que ver con la naturaleza secundaria de la vegetación. Además de las escasas dimensiones del área que se solicita como cambio de uso del suelo 10,156.28 m² (1.01 Ha). De manera adicional, a través de la selva baja subcaducifolia de la Subcuenca "f" en su conjunto, se distribuyen las mismas especies las cuales están contribuyendo a la captura del carbono, aunque para el inmueble de interés lo hacen en una menor intensidad. Lo cual está en relación a la presencia de un menor número de individuos y especies, las cuales en la zona municipal sobrepasa los valores que actualmente prevalecen en los inmuebles de interés.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el cambio de uso del suelo en el conjunto de predios del *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* y que se solicita a través del presente documento llevaría a remover una biomasa forestal que actualmente contribuye en regular medida en la captura de carbono, por lo que no se considera que se afecte de manera dolosa este servicio ambiental. Aunado a lo anterior, el proyecto contempla la permanencia de áreas verdes que ocuparán 6.77 Ha de la superficie total de los inmuebles referidos, lo que ayudará a disminuir el impacto ocasionado.

Por otra parte, se deber citar que la vegetación que sea derribada bajo ninguna circunstancia será quemada en el sitio ni fuera del mismo, ya que por este concepto se devolvería a la atmosfera el carbono capturado. Por lo que en este caso, se deberá llevar el ciclo natural, es decir, se debe triturar para que el carbono se transfiera y fije en el suelo y pueda ser absorbido por la plantas e integrar de manera natural nueva biomasa forestal. Es por ello que las áreas verdes del desarrollo deberán ser reforestadas y restauradas lo que tendrá un efecto positivo en el desarrollo del proyecto.

En resumen se debe citar que si bien el presente proyecto afectará de manera puntual la captación de CO₂, finalmente su impacto será mínimo, puntual y reversible. Por otra parte, se confirma que en la zona no existen ni el proyecto plantea el establecimiento de fuentes fijas emisoras de contaminantes a la atmósfera. Además de que no hay una industria establecida en el área. **Por lo tanto, se confirma que las afectaciones que se habrá de generar son de carácter limitado, temporal y poco significativo, y que en realidad, habrán de quedar referidas a las mismas**

emisiones de contaminantes que ya existen actualmente a lo largo de la Carretera Costera Sur, dentro de la mancha urbana de la ciudad de Cozumel y las zonas suburbanas y rancherías de la localidad que consisten en los gases y humos del parque vehicular, así como de la leña que aún se usa como combustible en la vivienda tradicional y panaderías.

IV.3.3. Generación de oxígeno.

Los árboles son grandes responsables de purificar el aire y de producir oxígeno limpio y puro a través de sus hojas; captan la energía de la luz que en su interior se mezcla con compuestos orgánicos y libera oxígeno. Este proceso es conocido como fotosíntesis y es muy importante, ya que sólo se necesita un árbol para producir cerca de los 360 litros de oxígeno que necesita una persona adulta por día (Fundación Chile, Ministerio de Educación de Chile).

Un árbol produce el oxígeno necesario para:

- Una persona adulta
- Ocho bebés
- Dos niños
- Cinco perros
- Veinte gallinas

De acuerdo a la información obtenida, un árbol adulto o de características robustas genera 0.36 toneladas de O₂ por día. Debido a que el arbolado por remover en el área del proyecto en cuestión es de características de vegetación secundaria derivada de selva baja subcaducifolia de aproximadamente unos 25-50 años de sucesión y con vocación forestal en donde la generación de O₂ es menor a lo que genera un árbol maduro de la vegetación primaria de la selva mediana subperennifolia que prevalece hacia la zona central de la Isla. En el área que se solicita para cambio de uso del suelo que es de 1.01 Ha se encontraron la distribución de 142 elementos arbóreos y arbustivos por hectárea y de diferentes medidas dasométricas que visualizan que es una vegetación en fase de recuperación aunque con vocación forestal.

Pensando de manera extremista y considerando de que el total de elementos arbustivos y arbóreos registrados en el área de cambio de uso del suelo (1.01 Ha) fueran todos adultos, entonces la remoción de la vegetación llevaría a perder la generación de oxígeno en una cantidad similar de 51.1 Ton/día y 18.6 Ton/anales. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en el área de afectación se mantendrá áreas verdes con vegetación nativa y cultivada propia de la región (representada por 6.77 Ha) que seguirá prestando los servicios ambientales como la generación de O₂ ya que las mismas habrán de continuar generando cerca de 126,320.00 Ton /anales, es decir únicamente se habrá una disminución de 17%.

En resumen, se puede indicar que la construcción del proyecto en cuestión no afectará grandemente la producción de O₂ y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de reforestación planteadas por el proyecto dentro de los predios bajo estudio.

IV.3.4. El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados a inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Solidaridad ya que este se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona. Además en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el Estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, se constituye como la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando estos tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa*, se considera que la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 1.01 Ha (3.59 para todas las etapas del proyecto) de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva es poco significativa para la mitigación de estos eventos. Lo anterior se sustenta en el hecho que de acuerdo con Jáuregui (1980) todos los huracanes y tormentas son de naturaleza destructiva y no existe barrera alguna que los pueda contener y que cuando han afectado la entidad finalmente su recorrido se ha extendido al resto de los estados que conforman la península de Yucatán e incluso la cruzan para salir a las aguas del Golfo de México y afectar de manera severa las costas del Golfo de México.

De acuerdo con lo anterior, los huracanes son de naturaleza destructiva, aunque de acuerdo con Raynal Villaseñor ⁽⁵⁾, también aportan beneficios para el ser humano y el planeta como son:

⁵ <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/198/Articulos/Huracanes/Huracanes02.htm>

- Lluvias para zonas que de otra forma morirían por las sequías.
- Fuerza del agua para limpiar ríos y arroyos.
- Posibilidad de recargar los acuíferos.
- Agua para llenar presas.
- Mantener equilibrio en el calor de los océanos
- Arrastrar nutrientes en el mar a zonas que lo necesitan

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del proyecto no provocará la modificación de las manifestaciones de la atmosfera ya que estas pueden ser mucho más severas que cualquier alteración generada por el ser humano. Aunque se debe confirmar que por ser de carácter natural prontamente son asimiladas por los ecosistemas que hayan sido afectados.

IV.3.5. La modulación o regulación climática.

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la Isla de Cozumel, los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima $Am(f)$, el cual se define como un clima cálido húmedo, con lluvias abundantes en el verano y con un porcentaje de lluvia intermedio entre verano e invierno y presentando influencias de monzón. Además, en la Isla se encuentra la variante climática $Am(f)iw''$. Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 40 °C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas. Debido a que se requiere la remoción de vegetación forestal o de selva baja subcaducifolia en una superficie de 1.01 Ha para el establecimiento del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, el microclima de una zona de cubierta por selva mediana con vegetación secundaria promoverá la modificación de varios factores, como son:

- Incremento en la radiación solar. En las selvas tropicales la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso del suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo que podría esperarse debido a que la vegetación de los inmuebles del proyecto se cubren de una vegetación de baja altura (de 6 a 12 m) con árboles semidispersos y gran cantidad de arbustos. No obstante, el proyecto contempla la permanencia de 6.77 Ha de áreas verdes natural y ajardinadas.
- La disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representada por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto. No obstante, de nueva cuenta estos eventos tendrán un bajo impacto, debido precisamente a que la vegetación del inmueble del proyecto que se cubren de una vegetación de baja altura con árboles semidispersos y gran cantidad de arbustos. No obstante, el proyecto contempla la permanencia de 6.77 Ha de vegetación natural y ajardinada como zona de conservación.
- La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto. Al igual que en los puntos arriba descritos, los elementos para evitar la evaporación se encuentran modificados, debido al bajo

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

grado de desarrollo de la cobertura vegetal y que se extiende debido la pérdida del tamaño de copo por eventos naturales a través toda la zona de interés.

En contrapartida a lo antes expuesto, se debe referir que en la zona existe la presencia de vientos de este y sureste, que han surcado a través de las aguas del mar Caribe, por lo que generan altos valores de humedad situación que contribuye a mitigar las altas temperaturas que pueden llegar a prevalecer en la zona. Por ello en la **Figura 4.36** se muestra el balance hídrico de la región en donde se puede apreciar que durante los meses de primavera y verano existen valores de evaporación mucho más altos, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se hacen manifiestas en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero. Además, se puede observar que la humedad relativa media anual oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través del año, recibiendo además, aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97 % y el 60 % respectivamente.

Con base en las consideraciones anteriores, se observa que en la zona de interés aún se cuenta con grandes sectores cubiertos de vegetación de características selváticas, por lo que la modulación o regulación climática se encuentra mínimamente modificada, y esta situación no variará dadas las dimensiones de los espacios que se han transformando en vialidades y edificaciones de muy distintas características. Además, también se señala que el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Tanto más que el municipio se cuenta con amplísimas áreas que aún cuentan con la cobertura de selva natural y que en conjunto refiere alrededor de 3,363 Km², lo que equivale al 70% de la superficie de la Isla (Romero-Nájera, 2004).

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del proyecto no provocará cambios en los factores climáticos que repercutan en la modulación o regulación climática.

IV.3.6. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.

Como se ha referido, el proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa* se habrá de desplantar en un predio con superficie total de 103,713.91 m² (10.37 Ha). De esta superficie, se pretende realizar el cambio de uso de suelo forestal en 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto), por lo que debe tenerse en cuenta que el proyecto contempla 6.77 Ha de áreas verdes naturales y

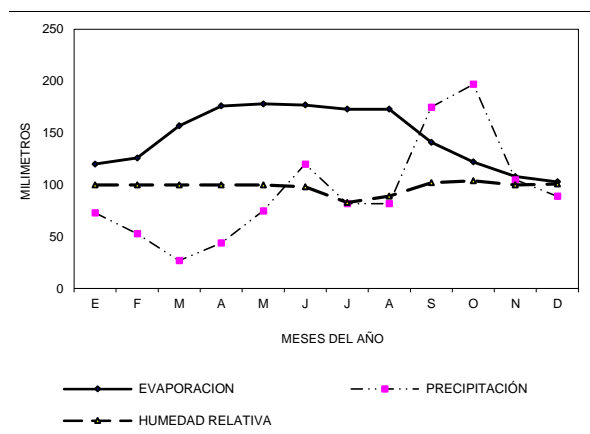


Figura 4.36 Valores de evaporación, humedad y humedad relativa en la zona costera de Quintana Roo.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

en las que prevalecerán las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad de la región y se tratarán de minimizar las afectaciones por el proyecto.

Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados. Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitarán el deterioro total del sitio. El hecho de rescatar especies con estatus incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad se habrá de mantener.

Además y de acuerdo con los datos del inventario forestal, para el inmueble de interés se registra cierta diversidad forestal. Es por ello que de acuerdo con los muestreos realizados en el predio de interés se distribuyen 22 especies consideradas como árboles y con DAP por arriba de los 10 cm (Tabla 4.43).

Tabla 4.43 Especie de estrato arbóreo y valor de Índice de diversidad					
NOMBRE COMUN	ESPECIE	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
Copo	<i>Ficus cotinifolia</i>	5.00	0.07	1.15	0.08
Anonilla	<i>Anona primigenia</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	3.00	0.04	1.37	0.06
Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.00	0.03	1.55	0.04
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Chateviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	4.00	0.06	1.25	0.07
Chechem negro	<i>Metopium brownei</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	2.00	0.03	1.55	0.04
Cocoite	<i>Gliricidia maculata</i>	3.00	0.04	1.37	0.06
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Tzitzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3.00	0.04	1.37	0.06
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Habin	<i>Piscidia piscipula</i>	10.00	0.14	0.85	0.12
Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Majagua	<i>Hampea trilobata</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Naranjillo	<i>Esembeckya berlandierii</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Sakbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.00	0.10	1.01	0.10
Xul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Tadzi	<i>Neea tenuis</i>	3.00	0.04	1.37	0.06
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	1.00	0.01	1.85	0.03
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.00	0.10	1.01	0.10
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	11.00	0.15	0.81	0.13
		70			1.20

En este caso, se considera que la diversidad de la flora arbórea en el inmueble de interés manifiesta baja altura y regular diversidad de especies lo cual es una respuesta natural luego del paso de los distintos fenómenos hidrometeorológicos (Gilberto, 1988; Wilma, 2005, etc.) que se han manifestado en la Isla de Cozumel. En el sentido biológico, se debe considerar que el ecosistema en la zona del proyecto en realidad manifiesta un fuerte carácter secundario y de origen reciente.

De acuerdo con los estudios realizados por el Consorcio de Investigaciones Ambientales Avanzadas en Quintana Roo, S.C. (2008, inédito), se registra para la selva baja subcaducifolia al oriente de los inmuebles del proyecto una diversidad de 31 especies para el estrato arbóreo, las cuales alcanzaron hasta 466 ind/ha. No obstante, los estudios realizados en los Inmuebles de interés indican la existencia de una diversidad de 22 especies y tan solo 70 ind/Ha con diámetro por arriba de los 10 cm. En este caso los valores del índice de diversidad para la selva baja subcaducifolia de la Subcuenca "f" se muestran en la **Tabla 4.44**.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.44 Valor de Índice de diversidad para la selva baja subcaducifolia de la Subcuenca "f"

NOMBRE COMUN	ESPECIE	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
Anonilla	<i>Annona primigenia</i>	1	0.01	2.15	0.02
Chaka	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.03	1.54	0.04
Sahpa'	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5	0.04	1.45	0.05
Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4	0.03	1.54	0.04
Chateviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	2	0.01	1.85	0.03
Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	4	0.03	1.54	0.04
Sakbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	5	0.04	1.45	0.05
	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	1	0.01	2.15	0.02
Naranjillo	<i>Esembeckya berlandierii</i>	2	0.01	1.85	0.03
Amate	<i>Ficus cotinifolia</i>	4	0.03	1.54	0.04
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	1	0.01	2.15	0.02
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	3	0.02	1.67	0.04
Sakiap	<i>Gliricidia maculata</i>	9	0.06	1.19	0.08
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	2	0.01	1.85	0.03
Yaite	<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.01	2.15	0.02
Tzitzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3	0.02	1.67	0.04
Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.01	1.85	0.03
Chintok	<i>Krugiodendron ferreum</i>	1	0.01	2.15	0.02
Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	5	0.04	1.45	0.05
Xul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	7	0.05	1.30	0.07
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	12	0.09	1.07	0.09
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	6	0.04	1.37	0.06
Caracolillo	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	5	0.04	1.45	0.05
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	17	0.12	0.92	0.11
Tadzi	<i>Neea tenuis</i>	5	0.04	1.45	0.05
Habin	<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.04	1.45	0.05
Huano	<i>Sabal yapa</i>	3	0.02	1.67	0.04
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	4	0.03	1.54	0.04
Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	3	0.02	1.67	0.04
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	4	0.03	1.54	0.04
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	10	0.07	1.15	0.08
		140			1.38

De acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro del ecosistema selva baja subcaducifolia ubicados a lo largo de la Isla de Cozumel en lo general, manifiestan un desarrollo secundario que en algunos casos les ha permitido incrementar la diversidad, aunque en otras situaciones se ha perdido la estructura horizontal y vertical del ecosistema y la diversidad que ello conlleva. Por otra parte y en el sentido general, se debe considerar que estos ecosistemas son correspondientes con distintas fases sucesionales la cual alcanza cerca de 35 años y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005) los cuales fueron identificados como un eventos catastrófico que diezmaron los ecosistemas de la zona norte del Estado.

Una consideración adicional, indica que para la selva baja de la Subcuenca se ha estimado valores del índice de diversidad de Shannon-Wiennier para el estrato arbóreo del orden 1.38 considerando 31 especies y desde luego el elenco completo de especies que se distribuyen en el estrato arbóreo de los inmuebles del proyecto Plan Maestro Bahía Turquesa. Ahora que para el caso del predio de interés, se alcanzó un valor un poco menor y de 1.20. De esta manera, la fase en la que se encuentra el ecosistema en la zona del proyecto conlleva una fuerte recuperación de diversidad florística en el estrato arbóreo. Además se deberá de propiciar el restablecimiento de la selva baja subcaducifolia ya que se contempla que el proyecto cuente con 6.77 Ha de áreas verdes naturales y ajardinadas, la aplicación de un programa de rescate de flora y

otro de reforestación se podrá contribuir a lograr la conservación del germoplasma propio de los ecosistema selváticos de la región.

IV.3.7. Refugio para la fauna silvestre.

En relación con la fauna, la composición, la estructura y la diversidad muestran la relación de interdependencia que existe entre las plantas y animales, la cual puede ser dentro de la cadena alimenticia, en el plano de la reproducción vía la polinización, la dispersión y como parte fundamental en los procesos de circulación de la materia y la energía. Por el otro lado, la cubierta vegetal se constituye en área de refugio, tránsito, protección y reproducción de innumerables especies de fauna silvestre.

Para la fauna silvestre, quizás los efectos más marcados con el cambio de uso del suelo forestal o de selva sean los que se derivan de la fragmentación del paisaje natural, los efectos de borde o límite y la pérdida de los hábitats y nichos que ocupan las diversas especies de fauna. Sin embargo, es necesario recalcar que a lo largo de la Isla de Cozumel este proceso dio inicio hace ya mucho tiempo, como lo evidencia el reducido número de especies encontradas dentro de los inmuebles del proyecto. De cualquier manera, la fauna en la zona está representada por un total de 45 especies de fauna, de las cuales 25 son del grupo de las Aves, 13 para el grupo de Reptiles, 5 de Mamíferos y 2 Anfibios.

En este sentido se ha registrado la distribución de especies comunes de las zonas selváticas por lo que se manifiesta cierta abundancia del zanate y el ceniztle. Además de que se distribuye 9 especies incluidas en las categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, misma que corresponde con la boa (*Boa constrictor*), la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la tortuga de monte pintada (*Rhinoclemmys pulcherrima*) y el perico (*Aratinga nana*).

Es por ello que uno de los principios de este proyecto de desarrollo turístico residencial será el de conservar en la medida de lo posible, las características y condiciones naturales del ecosistema predominante que es la selva baja subcaducifolia con una superficie de 6.77 Ha. Por lo que se deberá tener presente que toda acción sobre una determinada superficie puede implicar la alteración de los procesos que regulan el equilibrio de los ecosistemas y, por tanto, pueden condicionar la dinámica de los organismos que en él interactúan. Bajo tales circunstancias, es claro que en el nivel regional, la desaparición de una porción de la cobertura vegetal nativa, afectará procesos cíclicos de regeneración y de preservación tanto de la flora como de fauna.

En otro sentido, el proyecto se habrá de manejar con un calendario de trabajo de 10 años y crecerá en la medida de las necesidades propia del desarrollo turístico. En este sentido, la extensión de los desmontes será debidamente programada, por lo que se permitirá la conservación de la diversidad del sitio. Además y bajo esta última situación, se debe recalcar que el proyecto contempla 6.77 Ha de áreas verdes naturales y ajardinadas. Por lo que se considera la continuidad de estas áreas como nicho ecológico que permitirá que las condiciones para el desarrollo de la fauna silvestre no se vean del todo modificadas.

IV.3.8. La protección y recuperación de suelos, el paisaje y la recreación, entre otros.

El cambio de uso de suelo forestal que en este caso corresponde con una fracción de selva baja subcaducifolia en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto), pudiera ser factor que afecte de manera directa la capacidad de amortiguamiento a los procesos de erosión por efectos de la precipitación pluvial a través de la superficie de los inmuebles del proyecto, y por

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

consecuencia, en el área de influencia del mismo. Sin embargo, se anticipa que este efecto no será significativo ya que en la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo estos corresponden con el tipo Leptosol lítico-Leptosol réndzico que se caracterizan por ser sensiblemente planos, sin la presencia de corrientes superficiales de agua. Además el cambio de uso de suelo será de manera relativamente rápida en una superficie de bajas dimensiones por lo que una vez efectuado el desmonte, el área será rellenada, nivelada y compactada y sobre el cual se desplantarán las instalaciones que promueve el proyecto.

No obstante, para realizar una estimación de los posibles efectos de la erosión se ha aplicado la Formula Universal de Erosión del Suelo, por lo que en atención a este criterio se describe lo siguiente: Para tratar de entender el modelo de erosión que se pudiera generar se adaptó la información base para obtener cada uno de los factores que involucra la formula referida y que consiste en la siguiente función:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

- A** = Pérdida media anual de suelo (Mg ha⁻¹ año⁻¹)
- R** = Factor de erosividad de la lluvia (MJ cm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹)
- K** = Factor de erosionabilidad del suelo (Mg ha⁻¹ h MJ⁻¹ cm⁻¹ ha)
- L** = Factor de longitud de la ladera (adimensional)
- S** = Factor de pendiente de la ladera (adimensional)
- C** = Factor cobertura y manejo del suelo (adimensional)
- P** = Factor prácticas de conservación (adimensional)

a) Factor de Erosividad de la lluvia R (en MJ cm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹)

La erosividad de la lluvia es un índice que estima la fuerza con que la lluvia impacta el suelo, la cual representa la energía potencial disponible para que ocurra la erosión hídrica. Este índice tiene una relación directa con la intensidad de la lluvia (cantidad de lluvia entre tiempo) y generalmente las lluvias más intensas son las más erosivas. Sin embargo, no es posible estimar la erosividad de la lluvia solo con la intensidad promedio, debido a que no es constante durante un mismo evento. Lo anterior se debe a que la intensidad de la lluvia depende de su origen. Por ejemplo, la intensidad de las lluvias asociadas a ciclones tropicales depende de la cantidad de lluvia (García-Oliva et al. 1995), mientras que la intensidad de las lluvias de origen convectivo está más relacionada con su duración (Button y Ben-Asher 1983).

Por lo anterior, se han establecido distintos índices para estimar la erosividad. Los dos principales índices utilizados son el ei30 (Wischmeier y Smith 1958) y el ke25 (Morgan 1979). Sin embargo, el cálculo de estos índices requiere datos de cantidad de lluvia por lo menos cada 10 minutos recogidos por medio de pluviógrafos, situación que no se cuenta en ninguna de las estaciones meteorológicas de nuestro país. Por ello para el cálculo del factor de erosividad de la lluvia R se utilizó la expresión generada por Santacruz De León (2001):

$$R = 2.4619 P + 0.00606 P^2$$

Donde:

- R = Factor de erosividad de Wischmeier.
- P = Precipitación media anual.

Para el cálculo se parte de los registros de la Estación Climatológica Cozumel con clave 23-003, misma que se localiza en las coordenadas geográficas de los 20° 31' de Latitud Norte y 86° 56' de Longitud Oeste y se ubica a una altura de 3 msnm. Además de que cuenta con cerca de 50 años de observación, por lo que se reporta una precipitación promedio anual de 1,504 mm. Los valores obtenidos se muestran en la **Tabla 4.45** siguiente.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.45 Estaciones de monitoreo y sus resultados del Índice anual de erosividad de la lluvia.

R	Factor de erosividad de la lluvia	MJ cm /ha h año	Valor
P	Precipitación media anual (Cozumel)	mm	1,504
Valore de R			17,410.51

b) Factor de erosionabilidad del suelo K (en MJ cm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹)

El factor de erodabilidad del suelo (K), se obtiene en relación al tipo de suelo. Para su determinación, se consideró la metodología de la FAO (1980) que utiliza unidades de suelos de acuerdo a su clasificación y considera tres tipos de textura superficial del suelo, Los datos a utilizar para realizar la estimación y cálculos son:

Tipo de Suelo. El suelo donde se encuentra el área del proyecto y la subcuenca es el Leptosol lítico+Leptosol Réndzico. Por lo que los datos que se tomaron para la estimación del factor K se encuentran en la **Tabla 4.46**.

No obstante, en este caso se definido el factor de acuerdo con Vargas Moreno (2012), quien propone cómo obtener el ajuste del factor de erodabilidad de una cuenca en función precisamente del tipo de suelo. Por ello propone una serie de valores acordes a los suelos sean estos Regosoles, Acrisoles, Vertisoles, etc. Así el autor **sugiere que para los suelos de tipo Leptosol (Litosoles) les corresponda un valor para K de 0.12.**

Tabla 4.46 Características principales de este suelo en el predio.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Color	Café claro
Textura	Franco o de migajón arcilloso
Arcilla (%)	4.16
Limo (%)	12.72
Arena (%)	83.12
Estructura	Granular
Tamaño	Fino
Desarrollo	Débil
Conduc. Eléctrica (mmhoms/cm)	0.1261
Materia Orgánica (%)	20.32

a) LS = de longitud y grado de la pendiente

El factor de longitud y grado de la pendiente, LS, considera el efecto de la topografía sobre el proceso de la erosión. Para su determinación se empleó la ecuación propuesta por Gracia, 1997; Montes *et al.* 1998; McCool *et al.* 1987 y Foster *et al.* 1977.

$$LS = (x / 22.13)^m (0.065 + 0.045 S + 0.0065 S^2)$$

Donde:

x = Longitud del tramo de pendiente S, en metros.

S = Pendiente en porcentaje (5, 10, 20 %)

m = exponente que depende del grado de pendiente del terreno.

El exponente m, se obtiene en función de la pendiente del terreno por lo que asume los valores siguientes: m = 0.5 si S ≥ 5 %; m = 0.4 si 5 > S > 3 %; m = 0.3 si 3 ≥ S ≥ 1 %; m = 0.2 si S < 1 %. Esta fórmula se aplica para pendientes

LS=	FACTOR DE LONGITUD Y GRADO DE LA PENDIENTE	UNIDADES	VALORES
x=	Longitud de la pendiente	Metros	260.00
s=	Promedio de la pendiente	Porcentaje	5
m=	Constante relacionada a la pendiente (tabla)	Adimensional	0.5
Valor de LS			0.0065

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Como se ha referido, el predio se ubica a una altura de 1-5 msnm; con un relieve de tipo ondulado a sensiblemente plano y con una pendiente entre 0-5 % (**Figura 4.37**).

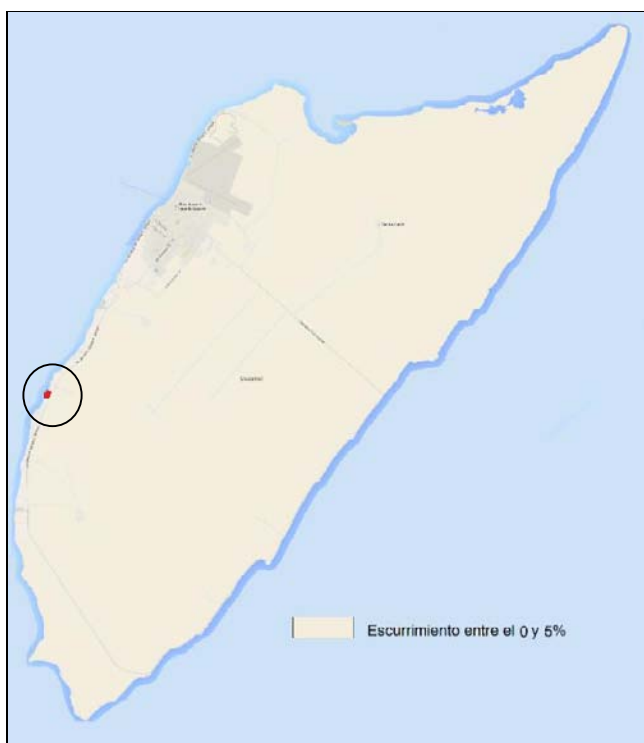


Figura 4.378 Ubicación del proyecto en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% (INEGI, 1983)

b) Factor de manejo de cobertura “C”

De manera precisa, el **factor C** consiste en una estimación del grado de protección que posee el suelo en función del tipo de vegetación, cultivo y prácticas agrícolas. Para el presente trabajo se ha realizado una clasificación de los usos del suelo a nivel de parcela, consiguiendo así el mayor detalle posible sobre el tipo de cobertura que se manifiesta. Así se han adaptado los valores a la tabla de Wischmeier y Smith (1978), donde se asignaban valores de C a los tipos de cobertura más comunes.

Tabla 4.48 Valores de C para terrenos forestales sin alterar		
PORCENTAJE DE COBERTURA DE ÁRBOLES Y SOTOBOSQUE	PORCENTAJE DE COBERTURA DE LA HOJARASCA	FACTOR C
100 – 75	100 – 90	0.0001 - 0.001
75 – 45	85 – 75	0.002 - 0.004
40 – 20	70 – 40	0.003 - 0.009

En este caso, el proyecto se habrá de desarrollar sobre un área cubierta de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, con individuos que llegan alcanzar entre los 6-12 m de altura y diámetros entre 5 y 27 cm, los cuales a su vez se observan muy ramificados e integrando un dosel arbóreo de tipo semicerrado. Además de que se da la presencia de especies de copas amplias como *Vitex gaumeri* (yaxnik), por lo que puede considerarse como una selva con regular a buen desarrollo y que por sus condiciones es de tipo forestal. Para efectos de la determinación del factor, se consideró como una cobertura de 100-75 y cobertura de hojarasca de 100 a 90%, para lo cual se asigna un valor de 0.001.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**



Foto 4.53 Cobertura del 100% de la vegetación de selva baja subcaducifolia dentro de los inmuebles de interés.



Foto 4.54 Cobertura del suelo con hojarasca y material vegetativos en proceso de descomposición

De manera complementaria y para poder efectuar las comparaciones, se utilizó un segundo cuadro de valores propuestos por la propia formula Universal de Erosión del Suelo y de acuerdo con los criterios que se muestran en la **Tabla 4.49**.

Tabla 4.49 Valor C para suelos desnudos.								
Cobertura aérea, Tipo y Altura	% de cobertura aérea	Cubierta superficial en contacto con el terreno% de suelo cubierto						
		Tipo	0	20	40	60	80	95+
No apreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.012	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043	0.011

G = Cubierta superficial está compuesta por pasto o material en descomposición.
W = Cubierta superficial está compuesta por herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos.

De esta manera y para efectos de la determinación del factor luego del proceso de desmonte, se consideró como una cobertura aérea no apreciable y con un 60% de cubierta superficial de herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos, lo que equivale a un Factor G de 0.043.

c) Factor Prácticas de control de la erosión (P).

Debido a que no existe información disponible sobre las prácticas de manejo de los suelos en el predio, el valor de P fue asumido como 1 aplicable a todo el sitio. Esto proporciona estimaciones de las condiciones de la erosión de suelo extremas, pues no se asume ninguna de las prácticas de la conservación de suelo en el lugar.

Resultado:

A continuación se muestran los resultados de la predicción de la pérdida de suelo para antes y después de la remoción de la vegetación en la zona de estudio.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 4.50 Cálculo de la erosión hídrica durante las etapas del proyecto.

Etapa	Superficie (Ha)	R	K	LS	C	P	Ton/Ha	Ton 1.01 Ha
Sin perturbar	10.37	17,410.51	0.12	0.0065	0.001	1	0.014	0.014
Desmonte	10.37	17,410.51	0.12	0.0065	0.043	1	0.584	0.590
Construcciones (*)	18.25	17,410.51	0.12	0.0065	0	1	0.00	0

* Se considera el factor K como 0 debido a que el suelo ya no estará expuesto a la acción erosiva de la lluvia.

En conclusión, debido a las condiciones de tipo de suelo, textura, pendiente del terreno la pérdida de suelo por el proceso de erosión hídrica es mínima. La pérdida por erosión tiene un valor cuantitativo actual correspondiente a 0.014 Ton/Ha/Año para el conjunto de predios donde se pretende efectuar el cambio de uso de suelo. Además si se remueve la vegetación esta aumentaría a 0.584 Ton/Ha/Año. De manera adicional y como conclusión más importante en relación a su grado de afectación de acuerdo con la FAO (2009) se clasifica como erosión ligera cuando se presentan valores menores a las 10 Ton/Ha/Año.

Confirmando lo anterior, se ha encontrado que se alcanza un valor de erosión hídrica del orden de 0.014 Ton/Ha/Año. De esta manera, se debe reconocer que en los inmuebles de interés se manifiestan condiciones estrictamente particulares y naturales en donde la cobertura vegetal densa de arbustos y árboles dispersos evita los procesos de erosión hídrica; por lo que se debe considerar:

- a) Que actualmente en la zona no existen procesos de degradación de los suelos, ya que son correspondientes con una zona con una topografía ondulada a sensiblemente plana y carente de los más mínimos accidentes orográficos, lo que incluye pendientes entre 0 y 5 %.
- b) Asimismo y de acuerdo con el INEGI (2005), a lo largo de toda la Isla de Cozumel la permeabilidad de las rocas es alta, debido a su composición y naturaleza calcárea, cuya característica más importante es su alta vulnerabilidad a la disolución, manifestándose cavernas, oquedades y presentado fracturamiento moderado en su estructura. En esta zona el acuífero es libre y se tiene una precipitación de 1,504 mm anuales, lo que significa que dentro los inmuebles de interés se debe de captar un volumen de 155,985.67 m³ anuales, de los cuales se considera que un 72.2 % del total agua de lluvia que se precipita finalmente se infiltra y es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática. De esta forma, en la zona se carece de ríos y todo tipo de escurrimientos, por lo que los excesos de agua de lluvia fluyen de manera laminar hacia terrenos bajos y el propio mar Caribe que se encuentra ubicado de manera aledaña y se percolan libremente a través de las fisuras y oquedades existentes en la roca calcárea, sin llegar a causar procesos de erosión ni transporte de suelos o material terrígeno. De esta forma, el flujo hidrológico más importante para la zona se presenta a través del propio acuífero, por lo que en algunas situaciones estas aguas se disponen directamente en el mar o en humedales y lagunas costeras por medio de ojos de agua.
- c) Además la erosión del suelo se previene debido a que el conjunto de predios de interés se cubren de densa vegetación de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva de hasta 8 y 12 m de altura con el dosel arbóreo de tipo semicerrado y en donde se alcanzan densidades de hasta 70 árboles/Ha y numerosas especies arbustivas y herbáceas.
- d) Que existe una dominancia de especies caducifolias y se ha reportado un aporte de materia orgánica del orden de las 3.1 ton/ha/año (Sánchez, 2000). Situación que contribuye a la estabilidad de los suelos del interior de la zona continental, al integrar densas capas de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

hojarasca y que de hecho esta última puede ser causa de la generación de incendios forestales.

- e) Resulta claro que en condiciones que en la zona no se manifiesta ningún proceso de arrastre y pérdida de suelos, dada la presencia de densa cobertura vegetal, que se define estructuralmente en tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo.
- f) Una vez que sea desmontada la vegetación la erosión se incrementará a 0.584 Ton/Ha/Año lo que sigue considerándose como de tipo ligero.

Por lo antes expuesto, el proceso de cambio de uso del suelo en la inmuebles de interés no generará procesos dolosos de erosión en el factor suelo y se considera que bajo estos términos el proyecto puede ser viable.

De manera adicional, la pérdida de la naturaleza del suelo también puede relacionarse con los **procesos de erosión eólica**, aunque en apariencia los resultados parecen indicar que debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de suelo la pérdida de suelo por esta vía es **mínima**. Es por ello que se han realizado algunas estimaciones aunque finalmente las referencias bibliográficas indican que su cálculo está definido solamente para terrenos agrícolas (Figuroa *et al*, 1991) y no para aquellos que se cubren de vegetación natural y que en este caso corresponde con la selva baja subcaducifolia. No obstante, se harán algunas observaciones a lo largo del proceso.

Para tener una estimación de este parámetro se llevó a cabo el cálculo de la erosión eólica, por lo que se aplicó la metodología expuesta por Figuroa *et al* (1991), en donde la ecuación de pérdida de suelo es la siguiente:

$$E = f(I', K', C', L', V)$$

Donde:

E, es el promedio anual de pérdida de suelo expresada en ton / ha / año; está en función de:

I' : factor de erosionabilidad del suelo (ton / ha / año)

K': factor rugosidad del suelo (adimensional)

C': factor climático (adimensional)

L': factor longitud equivalente del terreno (metros); y

V: factor cantidad equivalente de cubierta vegetal (ton / ha)

Factor I'

Este factor se obtiene de una tabla que presenta Figuroa *et al* (1991), mismo que parte de la clase textural del suelo predominante en su capa superficial es **arcillosa**, lo que corresponde al grupo 4 de erosionabilidad eólica llamada **“arcillas, arcilla limosa, franco arcilloso limoso calcáreos con más de 35% de contenido de arcilla”** lo que representa un valor **I' = 193 ton/ha/año**.

Factor K'

Este factor se obtiene mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$K_r = 1.5748 * (h^2 / s)$$

Donde:

Kr: equivalente de rugosidad (adimensional)

h: altura de bordos (cm); y

s: espaciamiento entre bordos (cm).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Este algoritmo es usado para obtener el factor K', el cual debe ser transformado mediante el uso de un gráfico creado *ex profeso*. Además se debe considerar que el cálculo de la erosión eólica a través de esta fórmula es propia solamente para cultivos agrícolas en surcos, más sin embargo, como la zona de interés presenta una vegetación forestal nativa no presenta ningún tipo de surco o bordo, por lo que **por definición se le asigna el valor de 1**.

Factor C'

El factor C' se obtiene de una tabla que presenta *Figueroa et al* (1991), que parte de una división del territorio nacional en 12 conglomerados climáticos. Para el caso de la isla de Cozumel, el conglomerado correspondiente es el **número 3**, y el valor calculado que se presenta corresponde a un **valor del 1% (0.01)**.

Factor L'

El factor L' es la distancia desprotegida a través del terreno, medida a lo largo de la dirección prevaleciente de la erosión eólica. Para el caso de la Isla de Cozumel, los vientos predominantes durante todo el año provienen del este y sureste. En este caso, el factor L' se debería de obtener de la relación de dos variables a través de la siguiente fórmula:

$$L = w \text{ Sec } A$$

Donde:

W = Ancho de la faja del terreno en metros.

A = es el ángulo de desviación de la dirección prevaleciente de la erosión eólica respecto a los ángulos rectos de la faja de terreno en grados.

Para este caso, el factor L' es igual a 0 debido a que el inmueble de interés se cubren de áreas cubiertas de vegetación arbórea por lo que de acuerdo con los descrito en el documento Agriculture Wind Erosion ⁽⁶⁾ capítulo 7 "la distancia que es protegida por una barrera es igual a 10 veces la altura de dicha barrera, Por ejemplo, una hilera de árboles de 9 m de altura ubicada del lado desde donde sopla el viento reduce la efectividad de los mismos hasta en una distancia de 90 m". Por lo tanto como no existen superficies expuestas al factor viento, por lo que persiste una cobertura del 100% por la selva baja subcaducifolia en sus 3 estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) el valor de factor L' es igual a 0.

Factor V

Este factor corresponde con la cobertura que es propiciada por la distribución de la vegetación, la cual protege al suelo de los factores de erosión. Para su cálculo existen gráficas que permiten determinar su valor. Sin embargo, solo están desarrolladas para algunos cultivos y parten de su rendimiento en ton/ha. Es por ello que se ha asignado el **valor de 0** para el terreno natural y un valor de 1 el momento en el cual sea retirada la vegetación de la zona, lo cual representaría **la condición en la cual la erosión eólica alcance su máximo valor**.

Cálculo de la erosión eólica estimada

- 1) El valor que se denominará E1 es igual al valor que se obtiene de l', el cual es **193 ton/ha/año**.

⁶ (*) http://www.wrapair.org/forums/dejf/fdh/content/Ch7-Ag_Wind_Erosion_Rev06.pdf

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- 2) E1 se multiplica por el valor K', **que es igual a 1**, por lo que al resultado se le denomina E2 (**E2 = 193 ton/ha/año**)
- 3) E2 se multiplica por el valor C', **que es igual a 1 por ciento (0.01)**, y al resultado se le denomina E3 (**E3 = 1.93 ton/ha/año**)
- 4) Debido a que su cálculo no está definido a partir de una operación simple, E4 se obtiene del uso de nomogramas especializados que Figueroa *et al.* (1991) presenta en su estudios, el cual utiliza los valores de E2, E3 y el factor L'.

Tabla 4.51 Obtención del valor E4.		
Superficie sujeta a cambio de uso de suelo	Valores de L' (metros)	E4 (ton/ha/año)
Polígono	0.0	1.00

* Nota importante: Se considera a E4 con un valor de 1.00 ton/ha/año, ya que al realizar los pasos para su estimación, los posibles valores no se encuentran definidos en la escala mínima del nomograma.

- 5) Por último, el valor E5 que es el valor estimado de la erosión eólica en la zona se obtiene de otro nomograma referido por Figueroa *et al.* (1991), en donde se presentan líneas que representan las toneladas por hectárea de cobertura vegetal que pudieran existir en el predio (valores que van de los 0 a los 10,740 Kg/Ha en intervalos de 895 kg) y necesita el valor de E4 como entrada en el eje horizontal. La intersección de la cobertura con el valor de E4 permite estimar el valor E5 al extenderse al eje vertical del nomograma.

En este caso y como se designó **V' = 0**, se tiene lo siguiente:

Tabla 4.52 Cálculo de la erosión eólica, cuando se remueva la vegetación.		
Superficie sujeta a cambio de uso de suelo	Factor V	E5 (ton/ha/año)
Polígono	1	1.00

* Para el valor E4, que es menor a 1.00 ton/ha/año y una cobertura V = 0 ton/ha, se obtendría un valor E5 más pequeño que E4. Sin embargo, el valor mínimo del nomograma es 1.00 ton / ha / año.

Ahora, para el caso de la situación actual del conjunto de predios motivo del presente estudio, mismos que se cubren por una vegetación de selva baja subcaducifolia, sea cual fuere su equivalente en la cobertura vegetal **V'** que pudiera obtenerse, sólo llegaríamos a un valor de erosión mucho más bajo, por lo que prácticamente se debe decir que la erosión eólica actual en la zona de interés **es de cero**.

En la Tabla siguiente se presentan los valores de erosión para los diferentes estados en los que se encontrará el predio a lo largo del proyecto. Para el caso de la condición actual del predio se consideró que la cantidad de vegetación equivalente correspondería a 130 kg (895 kg/ha) debido a que es el valor más pequeño de vegetación que puede evaluarse en el nomograma.

Tabla 4.53 Erosión eólica en las diferentes etapas del proyecto.				
ETAPA	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)	TOTAL (TON)
Sin perturbar	Polígono	10.37	0.00	0.00
Desmorte	Polígono	10.37	1.00	1.01
Construcción	Condominio Club de buceo	10.37	0.00	0.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo con la tabla citada, se presentan distintas tasas de erosión eólica durante las diferentes etapas del proyecto. En la condición actual y después de aplicado el proyecto, existen obstáculos para que el viento ejerza una fuerza erosiva importante en dentro del conjunto de predios. Para el caso de la erosión cuando sea removida la vegetación, es considerado un valor mínimo estimado de pérdida de suelo más sin embargo, aun y cuando el predio se encuentre en estas condiciones la erosión eólica sería de un máximo de 1.01 ton/ha/año. Por lo que resultaría que prácticamente **no existe erosión eólica en el predio en ninguna etapa del proyecto.**

En conclusión, debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de sustrato, la pérdida de suelo es mínima. Además la pérdida por erosión cuando sea removida la vegetación tendría un valor de 1.01 ton/año de manera estimada y muy probablemente no alcance ese valor. En cualquiera de estas condiciones no existe erosión eólica en el predio. En relación a su grado, la FAO (2009) lo clasifica como erosión ligera con valores menores de 10 ton/ha/año, el cual es la clasificación más pequeña de su escala.

Por otra parte el proyecto llevará a cabo las medidas de mitigación y compensación como son: el establecimiento de áreas verdes 65.4% con suelo natural y vegetación típica de la región que permitirán la continuidad de la prestación del servicio ambiental protección y formación del suelo. De esta manera, el sitio en un contexto general quedará insertado como un nuevo escenario, con cualidades propias para la dotación de bienes y servicios a la comunidad, lo cual se considera necesario para poder acrecentar los efectos positivos que se darán sobre el entorno social como resultado de la realización del proyecto.

IV.3.9. Justificación del proyecto.

Si bien invariablemente todos los servicios ambientales que generan los ecosistemas en su estado natural son invaluable y de gran relevancia, debe tomarse en cuenta que en el conjunto de predio motivo de la presente solicitud la vegetación predominante ha sido previamente alterada por fenómenos hidrometeorológicos, razón por la cual presentan características secundarias. Por ello, al final se tiene como una de las mayores justificantes para el desarrollo del proyecto es el hecho de que los inmuebles se ubica dentro de la zona de características naturales, la cual está destinada al desarrollo de actividades de aprovechamiento sustentable y de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel el cual considera el uso Turístico Hoteleros y Turístico residencial como la modalidad para lograr un desarrollo regional equilibrado. Por lo tanto, la aplicación de este instrumento de planeación es el argumento principal que da validez al aprovechamiento del inmueble de interés para los fines que se solicitan en el presente documento.

IV.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El área de estudio en su parte terrestre corresponde a una zona suburbana turística, impactada por actividades humanas, principalmente por infraestructura de transporte y servicios, brechas, uso desordenado recurrente como es el manejo inadecuado de la basura; así como por huracanes que han alterado marcadamente la cobertura vegetal.

El componente más destacado del sistema es un área angosta y alargada cubierta por humedales con manglar, la cual es un relicto de un mangle de cuenca mayor, del cual fue seccionado por una carretera hace más de 3 décadas. Esta franja registra inundaciones periódicas que dependen principalmente de la precipitación pluvial, aunque se pueden recibir aportes de agua marina en caso de mareas de tormenta. No obstante, este tipo de vegetación no será afectada por el desplante del

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

proyecto ya que no se ha planificado el desplante de ningún tipo de obra en el sitio, sino por lo contrario, se plantea su conservación.

En torno al manglar se encuentran áreas de crecimiento secundario de matorral costero y selva baja subcaducifolia, con relativa escasa presencia de fauna. No obstante, se registraron 4 especies de flora registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales sólo una tiene presencia en el área de desplante del proyecto. Para el caso de la fauna se registraron 8 especies de fauna protegida en el sitio.

Salvo por el relicto de manglar, en el área de estudio no se encontraron otros componentes críticos o que puedan considerarse únicos e indispensables en el equilibrio del sistema ambiental. Específicamente por lo que hace al componente hidrológico, no se registran en el sitio cauces o escorrentías superficiales ni flujos subterráneos que puedan ser afectados por las obras del proyecto.

La superficie donde se pretende establecer obras permanentes y, por lo tanto, donde se requiere el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, corresponde a coberturas con crecimiento secundario derivado de selva baja subcaducifolia, condición que muestran los datos de campo, ya que la vegetación mostró una proporción de hasta 94 ind/Ha y cuyo DAP es mayor a los 10 cm en DAP y una altura promedio de 4.8 m.

La parte marina del área de estudio está en buen estado y no presenta un nivel de perturbación comparable con el que se encontró en la parte terrestre. No obstante, en el fondo marino aunque se identificó una diversidad de ambientes, no se hallaron elementos notables como formaciones arrecifales. Los arrecifes importantes más cercanos se hallan a más de 500 m del sitio.

El establecimiento del embarcadero rústico previsto en el proyecto estaría ubicado sobre un manto rocoso con escasa arena, el cual es el de menor complejidad y densidad de ocupación por la comunidad bentónica, en comparación con los otros 4 ambientes identificados en la zona marina.

El proyecto operará como un sistema cerrado por lo que hace a los insumos y desechos, con instrucciones precisas a los trabajadores y la concientización de los visitantes.

Una valoración semicuantitativa del sitio, para lo cual se consideran los siguientes factores.

- Administrativos
- Normativos
- Diversidad
- Presencia de organismos raros
- Conectividad de poblaciones
- Conservación
- Calidad Ambiental

Valoración del área de estudio

CRITERIO	VALOR ALTO	VALOR MEDIO	VALOR BAJO
Administrativos	Concurren Áreas naturales protegidas, Ecosistemas protegidos, Especies protegidas.	Al menos uno de los anteriores	Ninguno de los anteriores

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

CRITERIO	VALOR ALTO	VALOR MEDIO	VALOR BAJO
Normativos	Leyes, Programa de Ordenamiento Ecológico (POE), Normas Oficiales Mexicanas (NOM's.) Programas de desarrollo Urbano (PDU), Programas de Manejo.		Solo Leyes en su carácter general, Normas Oficiales Mexicanas (NOM's.)
Diversidad	Uniformidad alta, con dominancia baja de especies particulares	Uniformidad media, con pocas especies muy dominantes y riqueza media a baja	Uniformidad muy baja, con alta dominancia de una sola especie, riqueza muy baja
Rareza	Presencia significativa de recursos escasos o raros	Presencia mínima de recursos escasos o raros	Ausencia de recursos escasos o raros
Conectividad	Difícil o nulo contacto e intercambio genético con poblaciones fuera del sitio	Poca continuidad pero posibilidad de contacto con otras poblaciones	Continuidad de las poblaciones del área de estudio con otras áreas
Conservación	Estado original o muy poco alterado de comunidades originales	Presencia de comunidades originales alteradas o con fragmentación	Comunidades originales sustituidas
Calidad	Valores de Diversidad y Conservación altos	Valores de Diversidad y Conservación medios	Valores de Diversidad y Conservación bajos
Valor que corresponde al predio del proyecto.			

En el ámbito administrativo y normativo, el sitio del proyecto tiene un valor alto, ya que se encuentra en parte dentro de una ANP, regulada por el respectivo Programa de Manejo, y dentro del polígono regulado por el POEL del municipio de Cozumel vigente. Aunque ninguno de esos instrumentos prohíbe las obras y actividades del proyecto, aunque si imponen condicionantes que fueron atendidas desde el diseño. También hay cerca del sitio del proyecto elementos que obligan a considerar otros instrumentos como la LGVS o la NOM-022-SEMARNAT-2003, los cuales no contraviene el proyecto, aunque para ésta última debe acogerse a la opción de compensación prevista en la especificación 4.43. Igualmente se hallaron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, cuyas poblaciones no serán afectadas significativamente, además de estar considerada la primera para la compensación, y en el caso de la segunda, *Thrinax radiata* todos los individuos susceptibles de ser afectados serán reubicados y utilizados en labores de ornamentación. En el rubro de Diversidad el valor es bajo, toda vez que el área terrestre tiene menos especies que las reportadas para coberturas similares en la zona y la fauna es relativamente escasa, en tanto que el área marina presentó 5 ambientes bentónicos con riqueza variable; uno de ellos casi desnudo y otro con alta dominancia de unas pocas especies de algas.

En cuanto a la Presencia de organismos escasos o raros, se asignó un valor bajo, considerando la ausencia de ejemplares raros observados directamente. Prácticamente no se registró ni una especie endémica o rara en el sitio, ni de flora ni de fauna, aunque si las dos consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya comentadas en el tema de valor normativo.

El atributo de Conectividad es de valor medio, dado que el sitio y sus ecosistemas terrestres fueron fragmentados por una carretera, que también afectó la conexión hidrológica con un humedal vecino. Esto, sin embargo, no es una barrera impermeable para el intercambio genético entre poblaciones. El estado de conservación del hábitat en la microcuenca es medio, ya que persisten las comunidades naturales, pero está modificado por actividades humanas.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Considerando la diversidad y estado de conservación de la vegetación, así como los antecedentes de uso de suelo y considerando los impactos recurrentes sobre la vegetación existente en el área, de manera integral se considera que la calidad ambiental es baja.

Dada la naturaleza de las obras, así como sus dimensiones, el proyecto promoverá el manejo y rehabilitación de la vegetación en la que se circunscribe, a fin de integrarse al paisaje.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONTENIDO

5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales.....	2
5.2. Criterios y metodologías de evaluación	5
5.3. Descripción de impactos identificados	8
5.4. Evaluación de los impactos	8
5.5. Análisis de los impactos generados en las distintas etapas del proyecto.....	31
5.5. Impactos residuales ocasionados por el desarrollo del proyecto.....	34
5.6. Fase de abandono.....	35

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

5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales

En este capítulo se habrán de identificar y evaluar los impactos ambientales que se presentarán durante las diferentes etapas de construcción del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*. El cual se habrá de desplantar dentro de una superficie de 1.01 Ha. Por lo que para tal efecto se habrá de interrelacionar las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable de cada una de las actividades que implica el proceso constructivo que se pretende realizar.

La aplicación metodológica sugiere la evaluación de la interacción de los sistemas ecológicos naturales y sociales con las acciones del proyecto, de tal manera que se puedan evaluar las modificaciones que se producen, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Para la aplicación de la metodología, las acciones derivadas del proyecto responden a los criterios siguientes: todos los procesos a realizar son significativos, independientes. Además de que son cuantificables.

Para la identificación de las acciones se inició con la revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como fotos satelitales, cartas temáticas, estudios previos, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por la promotora.

La importancia de la correcta evaluación y medición de los impactos que se habrán de generar, radica en que a partir de los resultados obtenidos se habrá de determinar si el proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. Por ello y para este proyecto, se ha empleado una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de la evaluación. Esta metodología cuantifica los impactos ambientales del proyecto por medio de cálculos, simulaciones, medidas y estimaciones, propiciando la identificación de las actividades que se llevarán a cabo durante las distintas etapas de ejecución del mismo y que pudieran provocar impactos y cambios benéficos o perjudiciales en los factores del ambiente.

5.1.1. Indicadores de impacto.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, es que adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del entorno resultante de la acción o actividades del ser humano, mientras que un impacto es la alteración significativa de (los) factores del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales; Por su parte, los impactos se consideran modificaciones severas o hasta críticas en el entorno y que en ocasiones llegan a superar los estándares de calidad ambiental. De acuerdo con esta definición, los impactos pueden ser positivos (cuando se proponen mejoras notorias en el entorno) o negativos (cuando se promueven tendencias que se reflejan en la degradación del ambiente).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Para los fines del presente trabajo se tomaron como indicadores de impacto a los componentes del sistema ambiental o social que resulten afectados por el proceso constructivo del proyecto. Como sea citado, los efectos pueden ser positivos o negativos y varían de acuerdo con las etapas del proyecto. Por lo que al momento de realizar una evaluación de los impactos ambientales, se deberá considerar la necesidad de aplicar medidas correctivas, o bien, promover la continuidad de las acciones realizadas. Por tales razones, se debe de dividir el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

Para evaluar los efectos producidos por las actividades del proyecto en sus diversas etapas sobre los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos, han sido seleccionados los indicadores ambientales que se muestran en la **Tabla 5.1**.

Tabla 5.1 Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

ENTORNO	SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO
ENTORNO	Medio Físico	Medio Inerte	Clima	Microclima
			Aire	Calidad del aire
				Niveles de ruido
			Agua	Modificación hidrología
		Contaminación del acuífero		
		Suelo	Recursos minerales (fondo)	
			Contaminación	
		Medio Biótico	Flora	Importancia
				Cobertura
				Afectación especies incluidas en NOM
	Fauna		Importancia	
			Abundancia	
			Afectación especies incluidas en NOM	
	Procesos	Dinámica costera		
	Recursos bióticos	Uso potencial del agua marina		
	Medio Perceptual	Paisaje natural	Calidad y valor escénico	
		Paisaje urbano	Calidad y valor escénico	
	Medio Socioeconómico y Cultural	Medio de Núcleos Urbanos	Estructura urbana y equipamientos	Uso de suelo
				Turismo
				Comercio
Equipamientos				
Infraestructura		Red de comunicaciones y transporte		
		Red de abastecimiento		
		Red de saneamiento		
Medio Económico		Población	Calidad de vida	
			Aceptabilidad social	
			Educación, cultura, deporte	
	Economía	Empleo y relaciones laborales		
		Sector Construcción		
		Comercio Organizado		
Finanzas / sector público				

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Asimismo y con referencia a las distintas actividades que pueden generar algún tipo de impactos se presentan en la **Tabla 5.2**.

Tabla 5.2 Lista de actividades generales del proyecto.	
ETAPA	ACTIVIDAD
Preparación del sitio	Actividades de planeación.
	Desmonte.
	Despalme.
	Rellenos y Nivelación.
Construcción	Accesos, vialidades y andadores.
	Construcción de los elementos de la obra.
Operación y Mantenimiento	Uso y aprovechamiento de instalaciones.

5.1.2. Relación descriptiva de los indicadores de impacto.

La relación que a continuación se presenta, es la correspondiente a los indicadores de impacto seleccionados junto con una breve descripción del mismo.

Calidad del Aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de materiales pétreos.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también, cómo las modificaciones que se pueden generar en el factor suelo debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos con material de banco.

Estabilidad del suelo. Son las modificaciones que ocasionará el proyecto en cuanto a hundimientos y deslizamientos de tierra que pudieran ocurrir en el sitio.

Calidad del Agua subterránea: Se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua subterránea debido a infiltración o vertido accidental de contaminantes; tales como: lixiviados, aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento, derrames accidentales de aceites o combustibles, etc.

Emisión de ruido: Corresponde con las emisiones generadas por los vehículos y maquinaria utilizada en las fases del proyecto.

Microclima: Es correspondiente con la manifestación de una atmosfera local de características distintas a las de la zona en que uno se encuentra, por lo que refiere un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un entorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos factores del clima del sitio (cambios en la temperatura, precipitación, irradiación solar, etc.).

Diversidad de flora: Refiere la modificaciones en los patrones de distribución de las especies de flora nativa, producto de las actividades constructivas del proyecto.

Vegetación terrestre: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido sobre la cobertura vegetal, en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje de desmonte) y al tipo de vegetación afectado (vegetación secundaria, selva baja, matorrales, pastizales etc.).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del sistema ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar, caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información. La estructura del paisaje se refiere a las afectaciones que tendrá este componente producto de las actividades del proyecto.

Diversidad de Fauna Terrestre: Hace énfasis a los efectos directos que se tendrán en los patrones de distribución de la fauna silvestre por las actividades del proyecto, como pudiera ser: el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio, muerte accidental de algunos organismos (atropellamiento), etc.

Hábitat terrestre: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies terrestres localizadas en el sitio.

Especies protegidas: Daños que pudieran sufrir las especies vegetales y de fauna silvestre incluidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que se distribuyen en el área destinada al proyecto.

Empleo. Se refiere a las oportunidades de empleo que generará el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Requerimiento de Servicios: Hace referencia a servicios adicionales que se requiera contratar tales como renta de sanitarios, recolección de basura, renta de máquinas.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios existentes en la zona; tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad del ambiente debe permitir a los habitantes de la futura zona habitacional llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a la mejora en el suministro de servicios básicos; tales como: electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de saneamiento (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

5.2. Criterios y metodologías de evaluación

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental y donde la suma ponderada de ellos permite obtener el impacto ambiental total. A efecto de obtener una valoración precisa, se aplicó la metodología propuesta por Conesa (2003), que mediante un análisis de acciones impactantes, nos permite la estructuración la matriz de importancia que se propone como herramienta de análisis prospectivo de lo que puede ocurrir dada la definición y clarificación de los impactos según los atributos que a continuación se habrán de definir.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Así, una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán impactados por el proceso de edificación de proyecto, a través de la matriz creada en el presente trabajo se podrá obtener una valoración cuantitativa de los impactos ambientales generados.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluarán los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiera un valor en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada uno de estos (**Tabla 5.3**).

Tabla 5.3 Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.			
DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
(CI) Carácter del impacto. Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	+	POSITIVO	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
	-	NEGATIVO	
	X	PREVISTO	
(I) Intensidad del impacto. (Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1)	Baja	
	(2)	Media	
	(4)	Alta	
	(8)	Muy alta	
	(12)	Total	
(EX) Extensión del impacto. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(1)	Puntual	Efecto muy localizado.
	(2)	Parcial	Incidencia apreciable en el medio.
	(4)	Extenso	Afecta una gran parte del medio.
	(8)	Total	Generalizado en todo el entorno
	(+4)	Crítico	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI) Sinergia. Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
	(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
	(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE) Persistencia. Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz	(± 1 año).
	(2)	Temporal	(De 1 a 10 años).
	(4)	Permanente	(± 10 años).
(EF) Efecto. Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa-efecto.	(1)	Indirecto o secundario	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
	(2)	Directo o primario	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.3 Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.			
DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
(MO) Momento del impacto. Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
	(2)	Mediano Plazo	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
	(4)	Corto Plazo	Se manifiesta en términos de 1 año.
	(+4)	Crítico	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC) Acumulación. Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
	(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(RC) Recuperabilidad. Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
	(2)	Recuperable a mediano plazo.	
	(4)	Mitigable.	
	(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV) Reversibilidad. Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1)	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año.
	(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 10 años.
	(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR) Periodicidad. Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1)	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
	(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
	(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO			
(IM) Importancia del efecto. Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente.	$IM = \sum [3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$		

5.3. Descripción de impactos identificados

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de acciones modificadoras de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro. Por lo que entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas del proyecto.

Entonces se puede decir que los impactos varían en cuanto a número e intensidad debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto: tales como magnitud y duración de las actividades entre otras.
- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto.

Partiendo de lo anterior, es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio, esto con la ayuda de los valores asignados de la metodología empleada para poder cuantificar los impactos que no siempre resultan medibles, así como la tecnología usada en la ejecución del proyecto, los materiales de construcción necesarios, servicios de transporte de carga requerido, soluciones para reducir las emisiones de polvo, las soluciones ingenieriles para minimizar la erosión y el acarreo de sedimentos por las aguas de escorrentía, entre otros aspectos.

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente, son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

5.4. Evaluación de los impactos

Habiéndose identificado los principales impactos socio-ambientales que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la **Tabla 5.3** para la descripción y calificación de los impactos, se les proporcionará un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un número mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados (**Tabla 5.4**)

Tabla 5.4 Valoración de los impactos ambientales susceptibles de ser generados por el proyecto turístico residencial.		
CRITERIOS	VALOR DE IMPACTO	CLAVE
Si el valor es menor o igual que 25.	COMPATIBLE	CO
Si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50.	MODERADO	M
Cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75.	SEVERO	S
Cuando se obtenga un valor mayor que 75.	CRITICO	C

De acuerdo a la escala anterior, en la **Tabla 5.5** se encuentra la valoración realizada a los impactos identificados.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Impactos identificados			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
<p>Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$</p>															
I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO.	1. Uso de suelo.	<p>Como se ha referido en los capítulos precedentes, el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> se habrá de localizar en un conjunto de predios ubicados entre la Antigua Carretera Costera (ahora de tránsito lento y ciclista) y la Carretera Costera Sur de la Isla de Cozumel, lo que refiere el kilómetro 11+445.9 de esta última vía. Asimismo, la selección del sitio se ha realizado tomando en consideración los criterios comentados en los capítulos II, III y IV, algunos de los cuales se resaltan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se ha considerado que desde hace varias décadas, se ha fomentado la creación de infraestructura hotelera y turística hacia la zona suroriental de la Isla de Cozumel. Esta vocación de uso del suelo ha sido sustentada en los instrumentos de planeación como son: el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel, el Plan de Manejo del Área Natural Protegida denominada Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de población Cozumel. Por lo que en todos los casos se requiere la construcción de instalaciones adecuadas. Además de proporcionar servicios y facilidades de crecimiento a los promotores del desarrollo y futuros visitantes de la zona. De acuerdo con el POEL del municipio de Cozumel, el proyecto habrá de ubicar dentro de la UGA A4, la cual tiene una política ecológica de Aprovechamiento. Además de que el uso predominante será el Turístico Hotelero y el Turístico Residencial, lo que incluye establecer sistemas de prevención de la contaminación de los factores del ambiente. De acuerdo al Plan de Manejo del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, se debe referir que únicamente aplica hacia la ZOFEMAT y parte marina. Por lo que se deberán de atender las reglas aplicables en relación a embarcadero rústico de madera que se desea construir en la zona. Que actualmente en la zona donde se desea ubicar el proyecto se cuenta con los espacios disponibles, sin tener que afectar los ecosistemas primarios que estén cubiertos con arbolado de relevante importancia forestal, ya que el sitio de desplante corresponde con una zona cubierta por la selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva que ha sido afectada por el paso de diversos fenómenos hidrometeorológicos. Por lo que se desplantará el proyecto en 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas de proyecto) por lo que se cumple el C.O.S de 35% que señala el POEL del municipio de Cozumel. Que en la zona se distribuye <i>Thrinax radiata</i> (chit). Además de 8 especies de fauna silvestre incluida dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, el proyecto mantendrá 6.77 Ha como zona de conservación lo que incluye todos los espacios cubiertos por humedales con manglar y se tendrán programas de rescate, lo que garantiza que no se atentará dolosamente contra los recursos flora y fauna. Que la zona se encuentra inmersa dentro del área de mayor importancia para el desarrollo de la actividad turística en la Isla de Cozumel y se requiere su incorporación al desarrollo, con la consecuente mejora en los servicios urbanos lo que evitará que el conjunto de predio se manifieste como lotes baldío, aunque de hecho son sitios para el depósito clandestino de desechos y fuente de generación de fauna nociva. <p>El análisis de las consideraciones anteriores, indica que se debe esperar que el impacto generado durante esta etapa del proyecto incida directamente sobre el atributo ambiental Uso del Suelo, por lo que este tipo de impactos se les considera como de carácter Benéfico significativo, ya que habrá de redituarse en una importante mejora de los servicios y la ampliación de la infraestructura y equipamiento turístico residencial, por lo que se impulsará la derrama económica y se promoverá el saneamiento ambiental. No obstante y para evitar la modificación de los factores del ambiente en el ámbito local y regional a este tipo de actividades le aplican los criterios de las medidas de mitigación 1. Uso de suelo.</p>	+	24	8	4	4	2	2	4	4	4	4	+60	S

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
LIMPIEZA DEL TERRENO.	2. Calidad de Aire.	Previo al inicio de actividades, se llevará a cabo la remoción del material vegetativo muerto y desechos sólidos que pudieran proliferar por la zona elegida para el desarrollo del proyecto. Por lo que para evitar la modificación de la calidad del aire en la zona, se evitará llevar a cabo la quema de dichos residuos. En su caso serán separados de acuerdo a su tipo, por lo que una parte podrá ser enviada para su reciclamiento y otra se enviará al sitio que la autoridad competente dictamine o en su caso se enviarán al relleno sanitario de la Isla que está ubicado a unos 30 Km. Al noroeste. Es por ello que se espera la generación de un impacto Benéfico compatible, ya que con la ausencia de residuos sólidos (sobre todo del vidrio) se podrá evitar la generación de incendios forestales. Además se pretende evitar la emisión de humos y partículas suspendidas. De manera adicional, se pudiera favorecer la generación polvos y gases por el tráfico de vehículos a lo largo de las vialidades de acceso. No obstante, este tipo de impactos se ha minimizado ya que sobre la Carretera Costera Sur existe un intenso tráfico de vehículos aun en horas de la noche. En todo caso, se sugiere la implementación de los criterios de las medidas de mitigación 2: Emisión de gases y levantamiento de polvo.	+	6	4	1	2	2	4	1	2	1	1	+24	CO
	3. Calidad del Suelo.	Durante esta fase, se llevará a cabo la remoción de todos los desechos y basura que pudieran existir a lo largo del sitio del proyecto. En un principio, esta actividad tendrá un efecto positivo en la zona, ya que sobre los espacios libres de desechos se puede llevar a cabo la recuperación de la cobertura vegetal natural, por lo que se considera que las actividades de limpieza tendrán un carácter Benéfico compatible en el factor. Aunque se habrá de considerar que estas acciones solamente serán el inicio de una serie de modificaciones sustanciales que finalmente darán paso al establecimiento de la infraestructura que envuelve en proyecto turístico residencial y de esparcimiento hacia la zona de playa. En todo caso a estas actividades les corresponde la aplicación de las medidas de mitigación: 3. Residuos Sólidos.	+	6	4	1	2	2	4	1	2	1	1	+24	CO
	4. Hidrología: Contaminación del agua.	Durante esta fase, se tendrá la presencia de manera eventual de al menos una cuadrilla de trabajadores que realizarán labores de limpieza y algunas acciones de planeación. Por ello y para evitar la posible contaminación del agua y manto freático, desde esta etapa se deberá instalar un fose séptica sellada o un sanitario portátil a razón de 1 por cada 25 trabajadores. Estos deberán ser limpiados periódicamente por una empresa contratada y especializada en dicha actividad, para garantizar que la disposición final de los residuos sea adecuada y a través alguna planta de tratamiento de aguas residuales. De esta manera, se considera que en la zona se puede generar un impacto de carácter Adverso compatible que se pudiera reflejar en la calidad del suelo y del agua subterránea de la zona. Por ello se deben aplicar los criterios de las medidas de mitigación 4. Residuos sanitarios.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	1	1	-20	CO
	5. Vegetación terrestre.	En concordancia con lo antes referido, la remoción de todos los desechos y basura existentes a lo largo del sitio del proyecto, en una primera fase puede favorecer la recuperación de los ecosistemas de selva, humedales y duna costera al promover el desarrollo de la vegetación ruderal y secundaria que surge espontáneamente. Solamente que de nueva cuenta esta actividad será el inicio de modificaciones sustanciales que finalmente darán paso al establecimiento de una importante infraestructura turístico-residencial y de esparcimiento en la zona de playa. En todo caso, esta actividad se considera que tendrá un carácter Benéfico compatible. No obstante, le corresponde la aplicación de las medidas de mitigación: 5. Vegetación terrestre.	+	6	4	1	2	2	4	1	2	1	1	+24	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
LIMPIEZA DE TERRENO.	6. Fauna silvestre.	Por otra parte, la limpieza del terreno pudiera tener cierta repercusión en la fauna silvestre, puesto que varias cuadrillas de trabajadores harán incursiones en la zona ocasionando su alejamiento temporal. En este sentido, se debe citar que la mayor parte del predio aún conserva su vegetación natural. Como resultado de lo anterior, se considera que el efecto de esta actividad sobre este atributo ambiental habrá de generar un impacto de carácter Adverso compatible. Este calificativo se asigna debido a que la fauna silvestre en la zona es poco diversa, lo que está relacionado con la cercanía con la Carretera Costera Sur donde existe importante aforo vehicular aun en horas de la noche. En el caso de la Antigua Carretera costera existe ruido por la presencia humana ya que en común observar ciclistas ejercitándose sobre todo los fines de semana. De cualquier manera y dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impacto requiere de la aplicación de las medidas de mitigación: 6. Fauna silvestre.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	1	-27	M
	7. Paisaje.	Las labores de limpieza también tendrán un efecto en el paisaje, ya que actualmente existen ciertos volúmenes de desechos sólidos dispersos por toda la periferia del conjunto de predios. Al respecto se considera que dado que los lotes se encuentran baldíos no existe ninguna restricción para el manejo inadecuado y furtivo de los desechos. Por lo que se espera un impacto de carácter Benéfico. No obstante, como se refirió con anterioridad, ésta tan sólo es una fase que detonará cambios de mayores proporciones en el paisaje de la zona de interés al reducir espacios naturales y fomentar el componente urbano. Por lo que por el momento no le aplican medidas de mitigación.	+	6	4	1	2	2	4	1	4	1	1	+26	M
TRASLADO DE DESECHOS PRODUCTO DE LAS LABORES DE LIMPIEZA DEL	8. Calidad del aire: (Emisiones de polvo y gases)	Al tiempo de realizar los trabajos de limpieza del terreno, se requiere el acarreo de restos de materiales vegetativos y desechos sólidos acumulados en el predio hasta el lugar que la autoridad competente destine para ello, o bien, hasta el relleno sanitario de la Isla de Cozumel ubicada en la zona de Chen Rio a unos 30 km al noreste del sitio de interés. Estas actividades se realizarán mediante camiones de 3 toneladas y/o volquetes de 6 m ³ , mismos que estarán realizando viajes de manera continua por la zona. Como resultado de su operación, se generarán emisiones a la atmósfera como producto de la combustión interna de los vehículos, por lo que se esperan emisiones contaminantes a la atmósfera de CO, CO ₂ , NO, y HC. Además, se espera que se genere cierto volumen de partículas de polvo en suspensión en la circulación por camino de terracerías. Por tal motivo, se anticipa que las actividades tendrán en la calidad de aire, un impacto de carácter Adverso compatible. Se ha asignado un bajo calificativo debido a que en la zona ya que a lo largo de la Carretera costera Sur existe intenso tráfico de vehículos aun por la noche. No obstante, se sugiere la continuidad en la aplicación de las medidas de mitigación: 2. Emisión de Gases y levantamiento de Polvos.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	1	2	-21	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]															
I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
TRASLADO DE DESECHOS PRODUCTO DE LAS LABORES DE LIMPIEZA DEL PREDIO.	9. Calidad del aire: Ruido	De igual manera, la operación de los vehículos que lleven a cabo el traslado de desechos elevará los niveles de ruido por arriba de lo natural. Sin embargo, se debe considerar que este atributo manifiesta cierta modificación ya que actualmente se genera ruido desde la Carretera costera sur aun en horas de la noche. No obstante lo anterior, el impacto ocasionado deberá ser regulado de tal manera que se mantenga por debajo de los 86 dB(A) durante el día, según lo señala la NOM-080-SEMARNAT-1994 y se evitará laborar durante las horas de la noche. De esta forma, se anticipa sobre el atributo calidad del aire un impacto de carácter Adverso compatible. A este tipo de acciones le aplican las medidas de mitigación 7. Ruido.	—	3	2	2	1	2	4	1	4	1	2	-22	CO
	10. Fauna silvestre.	Como resultado de las labores de limpieza del terreno, se intensificará el tráfico de vehículos en la zona; lo que también ocasionará el alejamiento temporal de la fauna silvestre. En este sentido, se deberá regular la velocidad de todos los vehículos automotores para evitar la muerte por aplastamiento de las especies de fauna silvestre de lento movimiento y de aquellas que en su huida de la zona pudieran ser alcanzadas por la maquinaria en movimiento. En este sentido, se debe recordar que 7 especies de reptiles que se distribuyen en los inmuebles del proyecto se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que señala a las especies bajo categorías de protección. Por este concepto, se estima se generará un impacto de carácter Adverso compatible, por ello se debe aplicar las medidas de mitigación 6. Fauna silvestre.	—	3	2	1	1	2	2	1	4	4	1	-21	CO
DESMONTE DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE EDIFICACIONES	11. Calidad del aire. Factor Clima	El proyecto requiere efectuar la remoción de la cobertura vegetal total en las áreas destinadas a la construcción de los espacios turísticos residenciales y recreacionales en la zona de playa, lo cual propiciará la modificación de algunos de los factores del clima como es el caso de la temperatura, ya que se removerá la vegetación de selva baja subcaducifolia de carácter secundario y se colocará infraestructura a base de concreto armado. Lo que contribuye a la reflexión de los rayos solares e incremento de la sensación térmica, lo cual generará un impacto adverso compatible y de carácter permanente. Es por ello que se deberá promover la creación y recuperación de áreas verdes así como la implementación y ejecución del programa de rescate de flora y reforestación y la minimización del impacto ocasionado por el desmonte. De cualquier forma, se sugiere la implementación de los criterios de las medidas de mitigación 5. Vegetación terrestre.	—	3	2	1	1	2	4	1	4	1	1	-20	CO
	12. Calidad del aire. Gases y humos	Para llevar a cabo las labores de desmonte se requerirá del uso de maquinaria pesada, ya que ésta consiste de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, como resultado de su operación se generarán emisiones de contaminantes a la atmosfera producto de la combustión interna de los motores. Además, se espera que se genere cierto volumen de partículas de polvo en suspensión. Por tal motivo, se anticipa que las actividades tendrán un impacto de carácter Adverso compatible en la calidad del aire, ya que se requerirá de tan solo 1 o 2 de estos equipos. Por lo que se sugiere la implementación de los criterios de las medidas de mitigación 2. Emisión de gases y levantamiento de polvo.	—	3	2	1	1	2	4	1	4	1	2	-21	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
<p>Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$</p>															
I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
DESMONTE DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE EDIFICACIONES	13. Calidad del aire: Ruido	Para llevar a cabo las labores de desmonte de la vegetación en los sitios puntuales donde se establecerán los elementos del proyecto turístico residencial y de esparcimiento en la zona de playa, se requerirá de la operación de maquinaria pesada. Por lo que se elevarán los niveles de ruido por arriba de lo natural. En este sentido, el impacto ocasionado deberá ser regulado de tal manera que se mantenga por debajo de los 86 dB(A) durante el día según señala la NOM-080-SEMARNAT-1994. Además de que se considera no recomendable llevar a cabo labores durante la noche, situación que contribuye a generar un menor impactos sobre los ecosistemas. No obstante, se considera un impacto adverso compatible ya que en la zona existen niveles elevados de ruido generados por la circulación de vehículos de todas las capacidades a lo largo de la Carretera costera sur y de que se requerirá de tan solo 1 o 2 de estos equipos. De cualquier forma, se anticipa sobre el atributo calidad del aire al que le aplica los criterios de las medidas de mitigación 7. Ruido.	—	3	4	2	1	2	4	1	4	1	1	-23	CO
	14. Suelo: Fenómenos de erosión.	El desmonte de las áreas en las que se establecerán los elementos del proyecto, los cuales en su conjunto requieren de una superficie total de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto) dentro de un área cubierta por vegetación de selva baja con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, dejará expuestas las capas superficiales del suelo. Como resultado, se considera que el tipo de impacto pudiera generar procesos de erosión y transporte de material terrígeno por la fuerza del viento o su arrastre en caso de una lluvia muy fuerte. Este tipo de impactos se puede minimizar debido a la topografía sensiblemente plana del sitio, a que no existen ríos ni corrientes superficiales que promuevan grandes procesos erosivos. Además de que esta actividad se realizará de manera programada y con un calendario de obra de 5 años. Por ello se considera un impacto de carácter Adverso compatible. Dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impacto requiere de la aplicación en toda su extensión de las medidas de mitigación 2. Emisión de gases y levantamiento de polvo.	—	6	4	2	2	2	4	4	4	4	4	-36	M
	15. Vegetación terrestre.	Para llevar a cabo el desplante de los elementos del proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , se llevará a cabo el desmonte de la vegetación de selva baja con vegetación secundaria arbórea y arbustiva de manera programada y con un calendario de obra de 5 años en una superficie total de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). De esta manera, se ocasionará la pérdida de la diversidad florística en espacios puntuales del predio de interés. Es por ello que el tipo de impacto que se habrá de generar sobre la vegetación será de carácter Adverso moderado, lo anterior debido a que ésta presenta un fuerte carácter secundario y sin un arbolado forestal de importancia en donde se distribuyen solamente 22 especies y además se ha determinado un volumen maderable realmente de mínima significancia (7.47 m ³ vtr). Además de que se tiene como justificante que los instrumentos de planeación ecológica y urbana consideran apropiado el aprovechamiento del terreno con fines turístico residenciales y de esparcimiento en el frente de playa. Dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impacto requiere de la aplicación de los criterios de las medidas de mitigación 5. Afectación a la Vegetación terrestre.	—	12	8	4	4	2	4	4	8	4	4	-54	S

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
DESMONTE DE LA VEGETACIÓN EN LA ZONA DE EDIFICACIONES	16. Fauna silvestre.	El desmonte parcial la vegetación promoverá condiciones para el desplazamiento temporal de la fauna silvestre. Lo anterior, debido a que se espera la afectación de 1,01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto) de selva baja con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, aunque el desmonte será programado y con un calendario de obra de 5 años. Por lo anterior, los efectos serán de manera directa en aquellos organismos que utilizan la vegetación como zonas de anidación, refugio o para la búsqueda de alimento. No obstante, se espera que las distintas especies se puedan desplazar hacia las zonas aledañas que aún cuentan con vegetación natural. En este caso, resulta relevante que se habrán de respetar 6.77 Ha, lo que incluye aquellas áreas cubiertas por humedales (algunos de ellos con vegetación de manglar), por lo que se espera que las condiciones para el desarrollo de la fauna silvestre no se vean modificadas de manera dolosa. Asimismo, se intensificará de manera temporal el tráfico de vehículos en la zona, por lo que se deberá regular la velocidad para evitar la muerte por aplastamiento de las especies de lento desplazamiento y de aquellas que en su huida de la zona pudieran ser alcanzadas por los vehículos en movimiento. En este sentido, se debe proteger a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De esta forma, por este concepto se generará un Impacto de carácter Adverso moderado. Por ello se debe vigilar la aplicación de los criterios de las medidas de mitigación 6. Afectación a la Fauna terrestre .	—	12	8	1	4	2	4	1	8	4	4	-48	M
	17. Paisaje.	Desde luego que el desmonte de la zona de construcciones tendrá un efecto directo en la calidad del paisaje, ya que se transformará un área de características naturales cubiertas por una vegetación de selva baja con vegetación secundaria arbórea y arbustiva en una zona más o menos abierta y cierto número de edificaciones elaboradas a base de concreto armado. En este caso, se anticipa un impacto de carácter Adverso moderado y que envuelve una superficie total final de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). El calificativo se puede minimizar debido a que la vegetación mantiene un alto porcentaje de especies de origen secundario reciente, se carece de un dosel arbóreo alto (6-12 m). Además, no se afectarán las áreas de humedales en especial aquellos que incluyen vegetación de manglar. Por otra parte, se recolectarán todos los desechos sólidos dispuestos de manera inadecuada y furtiva, lo que de alguna manera mejorará la calidad del paisaje actual. En este sentido, se refiere que en el sitio ya se han tenido afectaciones previas a la calidad del paisaje y actualmente los instrumentos de planeación indican que corresponde con uso de suelo con fines turístico hotelero y turístico residencial. No obstante, se deben aplicar los criterios de las medidas de mitigación 8 Afectación al Paisaje .	—	12	8	4	4	2	4	4	8	4	4	-54	S

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Impactos identificados:														CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$																										

I. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
TODAS LAS ACTIVIDADES DE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	18. Socioeconomía local.	Para el desarrollo de todas las actividades arriba descritas, se requerirá de una importante derrama económica; misma que se reflejará de manera directa en la población local. Por ello se tendrá que realizar la contratación de personal, lo cual incluye: arquitectos, ingenieros, albañiles, peones, renta de equipos y maquinaria, etc. En este sentido, se brindará una oferta de empleo a los habitantes de la propia ciudad de Cozumel. Lo cual generará un impacto de carácter Benéfico moderado. Sobre este tipo de impactos no se aplica ninguna restricción, puesto que se contribuye de manera directa e inmediata a la mejora de la economía local. Sobre estos conceptos no aplican medidas de mitigación.	+	8	4	1	2	2	4	1	8	4	2	+36	M
	19. Servicios públicos.	La fase de preparación del sitio del proyecto propiciará una demanda de servicios en el área, como es: transporte de personal, alimentación y servicios médicos. Sin embargo, para evitar que la demanda de servicios se incremente, todos los trabajadores deberán pertenecer a los distintos sindicatos de trabajadores de la Isla de Cozumel, favoreciendo de esta forma a la comunidad cozumelense; este impacto es de carácter Benéfico compatible al que no le aplican medidas de mitigación.	+	8	4	1	4	2	4	4	8	4	4	+43	M
	20. Acopio de materiales de construcción.	Esta fase habrá de concluir con las acciones para la adquisición de los materiales de construcción que se requieran para el desarrollo de la obra que engloba el proyecto Turístico residencial y de esparcimiento en la zona de playa; tales como: cemento, grava, polvo de piedra, bloques, varilla, etc. Además de estructuras prefabricadas. En virtud de que en la zona donde se ubica los inmuebles destinados al proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa</i> no existen proveedores de materiales, será necesaria la planificación de la manera precisa del acopio y transporte de los mismos. En este caso, es posible que algunos de los materiales tengan que ser transportados desde los centros establecidos en las poblaciones como Cancún o la ciudad de Mérida (en el vecino estado de Yucatán) e inclusive desde el centro de país. De esta manera y como en el caso anterior, esta fase del proyecto generará un impacto de carácter Benéfico moderado. Por lo que nuevamente se puede contribuir a la mejora de la economía local y regional. Además de que se define que contra este tipo de impactos no se aplica ningún tipo de restricción.	+	12	8	1	2	2	4	1	8	4	2	+44	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
DESPALME , CORTES Y EXCAVACIONES	21. Calidad del aire. Gases y humos	La etapa de construcción dará inicio con el sembrado de los elementos del proyecto Turístico residenciales y de esparcimiento en la zona de playa, sitios donde se requerirá efectuar el despalme de terreno para favorecer terracerías estables y que soporten las estructuras por construir, lo que envuelve una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). Por ello se requerirá del uso de maquinaria pesada, cuya operación generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores. Además, se espera que se genere cierto volumen de partículas de polvo a la columna de aire, por efecto de viento sobre terracerías y tránsito de vehículos. Por tal motivo, se anticipa que las actividades tendrán un impacto de carácter Adverso compatible en la calidad del aire, como se ha citado se aplica un bajo calificativo ya que en la zona (carretera costera sur) existe un aforo vehicular de importancia y que actualmente contribuye a la modificación de este factor. Por lo que se sugiere la continuidad en la implementación de los criterios de las medidas de mitigación 2. Emisión de gases y levantamiento de polvo.	—	3	2	2	2	2	4	1	4	1	2	-23	CO
	22. Calidad del aire: Ruido	Para llevar a cabo las labores de despalme en los sitios puntuales donde se establecerán los elementos del proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , se requerirá de la operación de maquinaria pesada. Por lo que se elevarán los niveles de ruido por arriba de lo natural. Este impacto deberá ser regulado de tal manera que se mantenga por debajo de los 86 dB(A) durante el día, según señala la NOM-080-SEMARNAT-1994. Además de que se sugiere que no se lleven a cabo este tipo de labores en horas de la noche, para evitar mayores afectaciones a los ecosistemas de la zona, De esta forma, se anticipa sobre el atributo calidad del aire un Impacto de carácter Adverso compatible. A este tipo de acciones le aplica los criterios de las medidas de mitigación 7. Ruido.	—	3	2	2	2	2	4	1	4	1	2	-23	M
	23. Topografía. Modificación de las topoformas	En los espacios en los cuales finalmente se habrá de desplantar cada uno de los elementos que integran el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , se deberán llevar a cabo acciones de despalme, cortes, excavaciones, rellenos y nivelaciones. Es por ello que se modificará ligeramente parte de las características geológicas y del perfil topográfico propio de la zona, lo cual pudiera tener repercusiones mínimas en la hidrología superficial o causar fenómenos de erosión y transporte de material terrígeno por el agua o viento. Por este tipo de acciones se pueden minimizar ya que en la zona las pendientes se ubican por debajo del 5%. Además y en el caso dentro de los polígonos no se realizará ningún tipo de actividades de desmonte y despalme en 6.77 Ha, por lo que éste permanecerá en las condiciones naturales que presenta el terreno actualmente. Asimismo, se evitarán afectaciones a la vegetación de humedales con manglar presente en esta área. No obstante, se puede generar un impacto de tipo Adverso moderado de carácter irreversible. Por lo que se debe aplicar las medidas de mitigación 9: Afectación al factor suelo.	—	12	8	2	4	2	4	4	8	4	4	-52	S

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
<p>Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$</p>															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
DESPALME Y EXCAVACIONES	24. Suelo	<p>Como se ha referido en el punto anterior, en esta fase se removerá y quedará expuesta la capa superficial del manto rocoso en un área de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). Por lo que estas acciones tendrán un impacto en la reducción total del medio que permite el desarrollo de la vegetación. Por este tipo de acciones se generará un impacto de tipo Adverso moderado e irreversible. En este caso, los efectos se han minimizado debido a la vocación de uso del suelo con fines Turístico residenciales y de esparcimiento en la zona de playa. Ahora debido a que el proyecto cumple debidamente con el uso y destino que se le debe dar al suelo en el área del proyecto, donde se permite un C.O.S. de 35%, mismo que ha sido decretado en los instrumentos de planeación como es el POEL del municipio de Cozumel. Además de que dentro de la ZOFEMAT se instalaran 18 pilotes y dentro de la zona marina que sujeta a los criterios del Programa de Manejo de <i>Parque Nacional Arrecifes de Cozumel</i>, se habrán de colocar 74 pilotes de madera utilizando un área de 5.23 m². Por lo que se deberán aplicar los criterios de las medidas de mitigación 9. Afectación al factor Suelo.</p>	-	12	8	4	4	2	4	4	8	4	4	-54	S
	25. Hidrología superficial	<p>El despalme, excavaciones, rellenos y nivelaciones que se requieren para la cimentación de los elementos del proyecto Turístico residencial y de esparcimiento en la zona de playa, pueden promover modificaciones a la hidrología superficial de la zona, ya que éstos quedarán desplantados en una superficie de 1.01 Ha (3.59 para todas las etapas del proyecto), reduciendo así los espacios para la absorción del agua de lluvia. Por estos eventos, se esperan impactos de carácter Adverso compatible. Este calificativo se asigna debido a que se considera que la hidrología superficial se ve favorecida por el sustrato de tipo de origen calcáreo en donde a través de las fisuras de la roca caliza se absorbe rápidamente el agua de lluvia que se precipita. Además, se considera el perfil topográfico que indica que existe una topografía sensiblemente plana. Asimismo, es de interés que en la zona se carezca de ríos y corrientes superficiales de agua, lo que refiere que no habrá modificación de importancia. Asimismo, la cimentación de los edificios será a base de plantillas de cimentación por lo que no se colocarán barreras que modifiquen los flujos subterráneos. Las vialidades serán de terracería y contarán con drenes y pasos de agua a fin de disminuir el riesgo de modificar la escorrentía natural del agua. Asimismo, se contará con pozos de absorción que favorecerán la infiltración del agua de lluvia. Finalmente, se debe considerar que no se llevará a cabo el desmonte de 6.77 Ha que se considera como áreas verdes naturales con vegetación de selva baja subcaducifolia, humedales y vegetación costera dentro de la propiedad. En especial, se debe citar que las zonas bajas cubiertas con humedales con manglar no serán modificadas de manera alguna por lo que estas continuarán siendo las áreas de almacenamiento y recarga temporal al acuífero. De cualquier manera, se debe aplicar los criterios de las medidas de mitigación 10. Hidrología.</p>	-	6	4	2	4	2	4	4	4	4	4	-38	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
DESPALME Y EXCAVACIONES	26. Vegetación terrestre.	Las labores de despalme, excavaciones, relleno y nivelaciones para el desplante las plantillas de cimentación de los distintos edificios que involucran las áreas turístico residenciales y de esparcimiento en la zona de playa, reducirán de manera irremediable los espacios para la recuperación de la vegetación natural, esta actividad tendrá como consecuencia la pérdida de la diversidad florística en espacios puntuales de los Lote 43, 43-1 y 46-2. Es por ello que el tipo de impacto que se habrá de generar sobre la vegetación será de carácter Adverso moderado y en una superficie de 1.01 Ha (3.59 para todas las etapas el proyecto). Este calificativo se ha minimizado, debido a que ésta presenta un fuerte carácter secundario con vegetación de baja altura. Además de que en la zona de humedales con manglar no se llevará a cabo ningún tipo de actividad. Asimismo, se tiene como una justificante que los instrumentos de planeación ecológica y urbana consideran apropiado el uso con fines urbanos turístico hoteleras y turístico residenciales. Asimismo se debe considerar que se tendrá una zona de conservación de 6.77 Ha donde se habrá de preservar su vegetación natural. Dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impacto requiere de la continuidad en la aplicación de los criterios de las medidas de mitigación 5. Afectación a la Vegetación y Flora.	-	12	8	4	4	2	4	4	8	4	4	-54	S
	27. Fauna silvestre	Para llevar a cabo las labores de despalme, excavaciones, relleno y nivelaciones en los sitios puntuales donde se establecerán los elementos del proyecto, se requerirá de la operación de maquinaria pesada. Por lo que se elevarán los niveles de ruido por arriba de lo natural, lo que ocasionará el alejamiento de la fauna silvestre, además puede propiciar la muerte por aplastamiento de aquellas especies que utilicen cuevas y madrigueras subterráneas. De esta forma, se anticipa sobre el atributo un Impacto de carácter Adverso compatible. Este tipo de calificativo se puede minimizar ya para cuando se realice esta actividad el suelo estará desnudo y se puede visualizar a aquellas especies que deambulen por la zona. No obstante, a este tipo de acciones le aplican los criterios de las medidas de mitigación 6. Fauna silvestre.	-	6	4	1	4	2	4	1	4	4	4	-26	M
	28. Flora acuática	Se requiere efectuar excavaciones para el hincado de 74 pilotes de madera de aproximadamente 0.30 m de diámetro y se colocarán a cada 2,7 m de distancia de manera lineal y a cada 2.0 m de manera paralela entre sí. Por lo que el sitio para su hincado deberá ser identificado y seleccionado donde se generen las mínimas afectaciones del fondo marino y evitar afectar la probable presencia de colonias de pastos marinos y que en este caso se requiere de una superficie de 5.23 m ² . Por lo que el impacto previsible sobre la flora marina será de tipo Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 11. Vegetación marina.	-	6	4	1	2	2	4	4	4	2	2	-31	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.</i>																									
Impactos identificados:													CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]																									
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN																									
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO																						
DESPALME Y EXCAVACIONES	29. Fauna acuática	El área marina donde se asentará el embarcadero rústico de madera se ha identificado cierta diversidad de fauna acuática aunque esta es muy baja, ya que se presenta una plataforma muy somera la cual va descendiendo ligeramente desde los 0 m hasta 3.0 m a una distancia de aproximadamente 90 m desde la línea litoral. En esta caso se ha identifica la presencia de corales dispersos, equinodermos, etc. A este tipo de organismos se considera que manifiestan de lenta a nula movilidad. Por lo que éstos deberán ser previamente reubicados fuera del área de incidencia del proyecto. También se han detectado algunos grupos de peces. En este caso, se pude citar que ante la pura presencia humana manifiestan su alejamiento y huyen de manera inmediata y fuera del alcance de cualquier agente de disturbio. No obstante, se debe referir que no se ha identificado la presencia de formaciones coralinas de importancia, por lo que únicamente se ubican algunos corales aislados. En este caso, se requiere la modificación de una superficie de 5.23 m ² , por lo que se habrán de minimizar las afectaciones. Por lo antes expuesto, el impacto previsible sobre la fauna será de carácter Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 12 Afectación a la fauna marina.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	2	-28	M										
	30. Paisaje.	Como se ha referido, las labores de despalme, excavaciones, relleno y nivelaciones reducirán los espacios cubiertos de vegetación natural, esta actividad tendrá como consecuencia la pérdida de la calidad del paisaje natural. Se reducirán los espacios selváticos y se favorecerá el componente urbano. Es por ello que el tipo de impacto que se habrá de generar será de carácter Adverso moderado. Lo anterior, debido a que el paisaje actual presenta modificaciones en la estructura del ecosistema con presencia de árboles dispersos y abundancia de arbustos y herbáceas. En este caso, se tiene como justificante que los instrumentos de planeación ecológica consideran apropiado el uso turístico hotelero y turístico residencial en la zona. Dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impactos requieren de la aplicación de los criterios de las medidas de mitigación 8. Afectación al Paisaje.	-	12	4	4	4	2	4	4	8	4	4	-50	M										

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS QUE CONTEMPLA EL PROYECTO	31. Calidad del aire. Generación de polvo.	Para llevar a cabo las labores de construcción de las edificaciones que proponen el proyecto turístico residencial y de esparcimiento en la zona de playa, se requerirá del acopio y almacenamiento de materiales, algunos de los cuales son susceptibles de ser dispersados por el viento; como son: cemento, cal, polvo de piedra, material terrígeno, etc. Por lo que se pueden generar emisiones de contaminantes que se disponen en la atmósfera. Debido a lo anterior, se espera un impacto sobre la calidad del aire que se califica como de carácter Adverso compatible, calificativo que se asigna debido a que en la zona no se manifiestas velocidades en los vientos dominantes que se puedan convertir en tolveneras. Por lo que se sugiere la implementación de las medidas de mitigación 2. Emisiones de gases y generación de polvo.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	1	1	-20	CO
	32. Calidad del aire: Ruido	En el mismo sentido, la edificación de los elementos del proyecto, se requerirá de la operación de maquinaria, vibro-compactadoras, taladros, etc. Por lo que se mantendrán niveles de ruido por arriba de lo natural. De esta forma, se anticipa sobre el atributo calidad del aire un Impacto de carácter Adverso compatible. A este tipo de acciones le aplica los criterios de las medidas de mitigación 7. Ruido.	-	3	2	2	1	2	4	1	4	1	1	-21	CO
	33. Hidrología subterránea	El proyecto contempla la implementación de los servicios que se ubicarán por debajo del nivel de piso terminado. En este caso, las instalaciones se ubicarán sobre un terreno rellenado y nivelado por arriba de terreno natural. Por lo que las excavaciones mayormente serán de manera directa sobre los terraplenes construidos de maneta artificiales, por lo que no se espera tener afectaciones del subsuelo y manto freático de la zona. De esta manera, se anticipa un impacto Adverso compatible. No obstante, a este tipo de acciones le aplica los criterios de las medidas de mitigación 10. Hidrología superficial y subterránea.	-	3	2	1	4	2	4	1	4	4	4	-29	M
	34. Hidrología superficial	Como en el caso anterior, durante esta fase se desplantarán las edificaciones que propone el proyecto sobre el sustrato que ha sido desmontado, despalmado, rellenado y nivelado, por lo que se propiciará de manera definitiva la modificación de los procesos de absorción y filtración natural del agua de lluvia. Por este tipo de acciones se generará un impacto de tipo Adverso moderado en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto) y dentro de un escenario de 5 años. En este sentido, será de vital importancia la conservación de las 6.77 Ha de áreas naturales cubiertas con vegetación de selva baja subcaducifolia y de los humedales con manglar las cuales contribuirán a la regulación de los excesos de precipitación. Se debe referir que estos eventos son estacionales ya que durante la temporada seca del año hasta los humedales permanecen completamente deshidratados. Por otra parte, el proyecto tiene como justificante que los instrumentos de planeación ecológica que consideran apropiado el uso con fines turísticos residenciales y de esparcimiento. No obstante, se deben aplicar las medidas de mitigación: 10. Hidrología superficial y subterránea.	-	6	4	1	4	2	4	1	8	4	4	-38	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
CONSTRUCCIÓN DE LOS EDIFICIOS QUE CONTEMPA EL PROYECTO	35. Paisaje	Esta fase implica la edificación de los elementos del proyecto como son los distintos módulos Turístico residenciales Club de playa y Centro de buceo. Estas acciones tendrán un impacto en la pérdida del paisaje natural lo que implica la remoción de la vegetación, de la capas superficial del suelo, rellenos y nivelaciones. Además de que se impulsará el componente urbano con la construcción de edificios de concreto armado. Por este tipo de acciones se generará un impacto de tipo Adverso moderado en el factor paisaje, aunque se pueden minimizar ya que el desarrollo contará con una superficie de 6.77 Ha de áreas verdes naturales donde se preservará la selva baja subcaducifolia, los humedales con manglar y la duna costera acorde con lo estimado por el POEL del municipio de Cozumel. Además las edificaciones habrán de apegarse a los criterios del POEL en cuanto a las alturas, por lo que en la zona colindante con el litoral, serán de 1 solo nivel (Club de Playa y Centro de buceo); mientras que los ubicados hacia la Carretera costera sur (Condominios) serán de 3 niveles. No obstante lo anterior, se debe aplicar las medidas de mitigación 5. Afectación a la vegetación y las medidas 8. Paisaje.	-	12	8	2	4	2	4	4	8	4	4	-52	S
CONSTRUCCIÓN DEL EMBARCADERO DE MADERA	36. Lecho marino	En total el proyecto plantea el hincado de 74 pilotes distribuidos a cada 2.7 m de distancia de manera lineal y a cada 2.0 m de manera paralela entre sí, por lo que se deberá delimitar físicamente la zona del proyecto mediante señalización a base de boyado. Además los pilotes serán sembrados en el fondo marino hasta una profundidad de 1 m, los pilotes serán de madera dura de la región y de 0.30 m de diámetro como mínimo. El hincado será por medio de aire a presión hasta formar una oquedad de aproximadamente 20 cm de diámetro en la arena la cual servirá para deslizar los postes en el fondo marino. Además se debe añadir que cada pilote sobresaldrá unos 40 cm por encima de la duela principal. El hincado de pilotes habrá de genera un impacto Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 13. Erosión de sustrato en el fondo marino.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	4	-30	M
	37. Hidrología: Calidad del agua marina	El hincado de los pilotes (postes de madera) será por medio de aire a presión hasta formar una oquedad de aproximadamente 20 cm de diámetro en el lecho marino la cual servirá para deslizar los postes en el fondo marino lo que generará un disturbio menor al provocar la remoción de sedimentos. Sin embargo, la obra se aislará con membranas geotextiles y dada su baja magnitud y lo gradual de su construcción (se prevé construir el atracadero en 4 meses = 120 días lo que implica 120 días/80 pilotes = 1.5 pilote por día). Por lo anteriormente expuesto, el impacto previsible sobre el agua marina será de carácter Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 10. Hidrología.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	2	-28	M
	38. Flora acuática	Dado que los pilotes de madera serán de aproximadamente 0.30 m de diámetro y se colocarán a cada 2,7 m de distancia de manera lineal y a cada 2.0 m de manera paralela entre sí, se requiere de una superficie de 5.23 m ² . Por lo que el sitio para su hincado deberá ser identificado y seleccionado donde se generen las mínimas afectaciones del fondo marino y evitar afectar a colonias de pastos marinos. Por lo que el impacto previsible sobre la flora marina será de tipo Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 11. Vegetación marina.	-	6	4	1	2	2	4	4	4	2	2	-31	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
CONSTRUCCIÓN DEL EMBARCADERO DE MADERA	39. Fauna acuática	El área donde se asentará el embarcadero rústico de madera la diversidad de fauna acuática es muy baja, ya que se presenta una plataforma muy somera la cual va descendiendo ligeramente desde los 0 m hasta 2.50 m a una distancia aproximada de 100 m desde la línea litoral. Esta situación genera que eventualmente los especímenes manifiesten lenta movilidad. Además en caso de la presencia de caracoles y equinodermos, etc., éstos serán previamente reubicados fuera del área de incidencia del proyecto ya que en este caso se requiere de una superficie de 5.23 m ² . En el caso de los peces, si bien se pueden encontrar pequeños cardúmenes, estos ante la pura presencia humana manifiestan su carácter arisco y huyen de manera inmediata y fuera del alcance. Asimismo, se debe referir que en el sitio no se ha identificado la presencia de formaciones coralinas de importancia, por lo que únicamente se ubican algunos corales aislados, por lo que se habrán de minimizar las afectaciones. Por lo antes expuesto, el impacto previsible sobre la fauna será de carácter Moderado, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 12 Afectación a la fauna marina.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	2	-28	M
TRANSPORTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.	40. Calidad de aire.	Una vez iniciadas las labores de construcción de la infraestructura que requiere el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , se requerirá de manera intensiva el suministro de los materiales de construcción, lo cual incluye: cemento, varilla, roca, madera, estructuras prefabricadas, maderas duras, víveres, agua, etc. De acuerdo con las necesidades el acarreo y transporte de materiales se efectuará mediante camiones de 3 toneladas y más grandes, los cuales como resultado de su operación continuarán generando emisiones de polvo, humos a la atmósfera producto de la combustión interna de los motores. No obstante, dado a que las necesidades de transporte hacia el interior de la obra son mínimas, en virtud de que el proyecto se ubica alejado a la Carretera Costera Sur, se considera el impacto ocasionado sobre la calidad del aire se debe calificar como de carácter Adverso compatible. Por lo que se sugiere continuar con la aplicación de las medidas de mitigación. 2 Emisión de Gases.	-	3	2	2	1	2	4	1	4	1	1	-21	CO
	41. Calidad de aire. Ruido	El suministro de los materiales y las labores de construcción de los edificios y la superestructura del embarcadero de madera, requerirá la utilización de herramienta tales como taladros, martillos, que provocan ruido a baja y regular escala. Por lo antes expuesto, el impacto previsible a la atmosfera mediante la emisión de ruido será de carácter compatible. Asimismo, se debe referir que en el sitio de proyecto no hay ningún desarrollo en operación, por lo que las emisiones de ruido no afectarán a terceros. No obstante, se deben aplicar las medidas de mitigación 7. Generación de ruido.	-	3	2	2	2	2	4	1	4	1	1	-22	CO
	42. Fauna silvestre.	Como resultado del suministro de materiales de construcción, se intensificará el tráfico de vehículos en la zona, lo que también ocasionará el alejamiento temporal de la fauna silvestre. En este sentido, se deberá regular la velocidad de los vehículos al interior del inmueble donde se efectuarán las construcciones a un máximo de 10 Km/hr, para evitar la muerte por aplastamiento de las especies de lento movimiento y de aquellas que en su huida de la zona pudieran ser alcanzadas por los vehículos en movimiento. En este sentido, se debe recordar que algunas de las especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que señala a las especies bajo categorías de protección. Por este concepto, se estima se generará un impacto de carácter Adverso compatible, por ello se debe aplicar las medidas de mitigación 6. Fauna silvestre.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	1	1	-20	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS.	43. Suelo y características edáficas	Como consecuencia de las actividades constructivas en general, se habrán de generar residuos sólidos como son: desechos de agregados, embalajes, clavos, alambre, pedacería de madera y metales, etc. Además se generan residuos producto del transporte de alimentos que serán consumidos por los trabajadores y que se pueden dispersar fácilmente por la zona. Por lo que se deberá proceder a su recolección, selección y transporte hasta el lugar que la autoridad indique (después de su clasificación para llevar a cabo su reciclamiento). En este sentido, se deberá realizar la adecuada disposición final de los residuos generados sin que se afecten atributos ambientales; tales como: características fisicoquímicas del agua, suelo y subsuelo. De esta manera, se espera un impacto que se califica como de carácter Adverso compatible. De cualquier manera, se debe continuar con la aplicación de las medidas de mitigación 3. Residuos sólidos.	-	6	4	2	1	2	4	1	4	1	1	-26	M
	44. Hidrología: Contaminación del agua.	Durante el periodo de construcción de las edificaciones que integran el presente proyecto, se deberá contar con instalaciones sanitarias portátiles (1 por cada 25 trabajadores), mismas que deben ser sometidas a su mantenimiento permanente. Por lo que se considera que la disposición final de los residuos sanitarios será la adecuada y a cargo de la propia empresa arrendadora de equipos. De esta manera, se considera que en la zona no habrá un impacto generado por la presente actividad y que se pudiera reflejar en la calidad del agua subterránea de la zona. Por esta razón a este tipo de impacto se le califica como carácter Adverso compatible. Por ello se debe continuar con la aplicación de las medidas de mitigación 4. Residuos sanitarios.	-	6	4	2	2	2	4	1	4	2	2	-29	M
	45. Hidrología: Contaminación del agua marina.	Durante el ensamblado de la superestructura que integrará el embarcadero de madera se generarán residuos sólidos inorgánicos a baja escala, mismos que serán recolectados diariamente, seleccionados, separados entre reciclables (pedacería de madera, tornillería inoxidable y clavos) y no reciclables (madera no apta para reutilizarse, alambre, botes y PVC, etc.). Los reciclables serán trasladados fuera del sitio de la obra a las bodegas de materiales de la empresa contratista, mientras que los no reciclables serán dispuestos en el basurero municipal. Además el proyecto no generará residuos sólidos orgánicos. Por lo antes expuesto, el impacto previsible como generación de residuos será de carácter Compatible, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 3. Generación de residuos sólidos.	-	6	4	1	1	2	4	1	4	1	1	-25	CO
	46. Vegetación terrestre y acuática.	El transporte y descarga de materiales de construcción puede afectar los espacios cubiertos de vegetación natural que deben estar destinados a su conservación, lo que contribuye a la pérdida de la diversidad florística de la zona. Es por ello que el tipo de impacto que se habrá de generar sobre la vegetación será de carácter Adverso compatible. Este bajo calificativo se aplica debido a que se espera su manejo adecuado al ser descargados exclusivamente en aquellos espacios que no cuente con vegetación y donde se desplantarán las futuras instalaciones del <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.</i> No obstante, dada la naturaleza del proyecto, este tipo de impacto requiere de la aplicación de las medidas de mitigación 5. Afectación a la vegetación y medidas 11 Vegetación acuática.	-	6	4	2	1	2	4	1	4	1	1	-26	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS.	47. Fauna terrestre y acuática.	En el mismo sentido, mediante el buen manejo de los residuos sólidos a través sitios específicos para su almacenamiento temporal, separación y contar con depósitos con tapa y la prevención de su disposición en el mar, se evitará la proliferación de contaminación del agua y el fomento de fauna nociva como son: ratas, cucarachas, mosquitos, etc. Por ello se puede generar un impacto de carácter Adverso compatible. En este caso se deberá implementar las medidas de mitigación 3. Residuos sólidos y las medidas 6. Fauna silvestre y medidas 12 Fauna marina.	-	6	4	2	1	2	4	1	4	1	1	-26	M
	48. Paisaje.	El adecuado manejo de los desechos sólidos y sanitarios tendrá efectos en la mejora de la calidad del paisaje, por lo que se deberá mantener la buena imagen del proyecto mediante la aplicación de las medidas correctivas que sean necesarias. Se deben aplicar las medidas de mitigación 8. Paisaje.	-	6	4	2	2	2	4	4	4	2	2	-32	M
	49. Social: Salud pública.	En el mismo sentido, mediante el buen manejo de los residuos sanitarios se evitará la proliferación de enfermedades, ya que el fecalismo al aire libre puede ser vector de microorganismos que afectan la salud humana. Además de generar fauna nociva como ratas, cucarachas, moscas, etc. Por ello se puede generar un impacto de carácter Adverso compatible. En este caso se deberá implementar las medidas de mitigación 14. Higiene y seguridad.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	1	1	-20	CO
REQUERIMIENTOS DE AGUA CRUDA Y POTABLE.	50. Hidrología local.	Los requerimientos de agua necesarios para la implementación de la infraestructura del proyecto, están referidos a la que se requieran para la preparación de mezclas de concreto y para la instalación de terraplenes debidamente compactados y de acuerdo con las normas derivadas de los estudios estructurales. El agua necesaria alcanzará un volumen de 70 m ³ semanales y se obtendrá con los proveedores de la zona y quienes realizan los suministros a través de pipas de 10,000 litros de capacidad. Por lo que se deberá efectuar los contratos respectivos. En lo referente al agua potable que se requiere suministrar a los trabajadores se proveerá la necesaria mediante bidones de 20 litros obtenidos en los establecimientos de la localidad. En consecuencia, el impacto ambiental ocasionado por la actividad no tendrá un efecto directo sobre la Hidrología superficial o subterránea del predio en cuestión. Por lo cual este impacto se le califica como de carácter Adverso compatible, ya que no afectará los recursos naturales de la zona. No obstante, se le puede aplicar las medidas de mitigación 10. Hidrología.	-	3	2	1	1	2	4	1	8	1	1	-24	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.</i>															
Impactos identificados:															
Valoración del impacto generado = IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]															
CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO			
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA										CALIFICATIVO			
ACABADOS DE LAS CONSTRUCCIONES.	51. Paisaje.	Esta actividad está vinculada con el revestimiento exterior e interior de las estructuras a realizar, lo cual tiene que ver con la aplicación de pintura vinílica y de esmalte para el buen estado de conservación de los elementos instalados. Así como impermeabilizantes, señalamientos de flujo y señalamientos viales. En este sentido, se considera que el proyecto ocasionará un impacto de carácter Adverso compatible sobre el atributo paisaje. Se le puede aplicar las medidas de mitigación 8. Paisaje y las medidas 15. Manejo de pinturas, plaguicidas y solventes.	-	6	4	1	2	2	4	1	4	2	2	-28	M
JARDINERÍA.	52. Suelo Estabilidad del suelo	Como se ha referido, para la edificación del proyecto se requiere el desmonte de la vegetación en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto) en un escenario de 5 años. Por lo que al término de cada fase se deberá reforestar y ornamentar todos espacios exteriores que hayan sido afectados, lo que incluye el desmantelamiento de las obras de apoyo. De esta manera, se evitara los procesos de erosión y arrastre del suelo. Es por ello que por estas acciones se generará un impacto de carácter Benéfico compatible. No obstante, se deberán contemplar los criterios de las medidas de mitigación 9. Suelo.	+	6	4	2	2	2	4	4	4	4	4	+36	M
	53. Vegetación terrestre	El proyecto deberá considerar la ornamentación de las instalaciones, por lo que debe respetar la naturaleza del terreno existente. Así, se espera que se restauren las colindancias en donde deberán prevalecer grandes áreas verdes de carácter natural. Por lo que luego de las actividades constructivas realizadas se puede ocasionar algún tipo de afectación a la vegetación colindante. De esta manera, se espera que se aplique un programa de restauración de las áreas afectadas. En este sentido, los impactos que se ocasionarán a la vegetación son de carácter Benéfico significativo, ya que se tratará de recuperar la cubierta vegetal en la mayor parte del terreno que sea posible. Este tipo de impacto requiere de la aplicación de las medidas de mitigación 5. Afectación a la Vegetación terrestre.	+	6	4	2	4	2	2	4	2	2	4	+32	M
	54. Fauna silvestre.	Las actividades de restauración de espacios afectados tendrán un efecto positivo en la fauna silvestre, la cual podrá recuperar parcialmente su hábitat y de alguna manera repoblar nuevamente la zona. Como en el caso anterior, la reforestación tendrá un impacto Benéfico compatible en la fauna silvestre.	+	3	2	1	2	2	4	1	2	2	4	+23	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
II. ETAPA CONSTRUCCIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
SOCIECONOMIA LOCAL Y REGIONAL	55. Generación de empleo.	La economía de la región está cimentada en la captación de un turismo interesado en nuevas ofertas de esparcimiento, lo cual finalmente da sentido a la promoción de Cancún, el Corredor Riviera Maya y desde luego la Isla de Cozumel como destinos de recreación. No obstante, los servicios que se proporcionan a la comunidad deberán ser sustentados a través de otras vías de desarrollo. De esta manera, durante la etapa de construcción del <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> se requerirá de la contratación de personal calificado para la edificación de los elementos de la misma. Con base a lo anterior, la generación de empleos se considera como un impacto de tipo Benéfico moderado. A este tipo de acciones no se requiere del diseño de medidas de mitigación.	+	6	4	1	2	2	4	1	8	4	2	+34	M
	56. Economía regional	De acuerdo al POEL del municipio de Cozumel, el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> se ubica dentro de una UGA con uso del suelo predominante Turístico hotelero y Turístico Residencial. Además de que toda esta región se sustenta mediante la captación de un turismo interesado en nuevas ofertas de esparcimiento. Por ello, se requiere del acarreo de suministros y mercancías de toda índole. Además de la infraestructura adecuada para garantizar el servicio a las comunidades asentadas en la región. Por lo que se considera que con la inversión efectuada, se obtendrán beneficios que apliquen e impacten directamente la economía de la región. Con base a lo anterior, la comercialización de insumos generará un impacto de tipo Benéfico moderado. A este tipo de acciones no se requiere del diseño de medidas de mitigación.	+	6	4	1	2	2	4	1	8	4	2	+34	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.*

Impactos identificados:			CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$															
III. ETAPA OPERACIÓN															
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO												
ATRAQUE DE EMBARCACIONES	61. Flora y fauna acuáticas	No estará permitido arrojar basura dentro del agua marina, por lo que se espera no afectar a la flora y fauna acuática. Por ello se deberá implementar un programa permanente de concientización dirigido a los usuarios del atracadero y a los operadores de las embarcaciones menores, cuya finalidad sea procurar la preservación de las formaciones naturales implementando todas las medidas de preservación aplicable. Por lo antes expuesto, el impacto previsible a la flora y fauna acuáticas será de carácter Compatible, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 3. Generación de desechos sólidos.	-	3	2	1	1	2	4	1	2	1	1	-18	CO
	62. Fugas y derrame Calidad del agua	No estará permitido realizarán maniobras de abastecimiento de combustible en el área marina. Como medida de precaución, se limitará el uso del atracadero a aquellas embarcaciones matriculadas y debidamente inspeccionadas y permitidas por la autoridad competente, que cumplan con el requerimiento de calado (máximo 1.5 ms) hecho que garantiza minimizar fugas y derrames ocasionados por embarcaciones precarias y en mal estado de conservación. Por lo antes expuesto, el impacto previsible a la calidad del agua será de carácter compatible, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 15. Manejo de combustibles y solventes.	-	3	2	1	1	2	4	1	2	1	1	-18	CO
	63. Paisaje.	La edificación de un muelle rústico de madera, muy utilizados en la región, no afectan o alteran significativamente al paisaje y mantiene el carácter típico costero. Además su construcción es necesaria ya que facilitará el embarque y desembarque en una zona que se caracteriza por la presencia de bajos fondos y lechos rocosos. Por lo antes expuesto, el impacto previsible es de carácter Moderado. No obstante, la infraestructura será de madera y acabado rústico y típico, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 8. Afectación al paisaje.	-	6	4	1	4	2	4	1	2	2	2	-28	M
	64. Fauna marina	Las dimensiones del muelle serán de 312 m ² , ya que incluye 120.00 m de longitud por 2.60 m de ancho. Además de que tendrá una forma lineal. Asimismo el arranque de 52 m ² se ubicará sobre la ZOFEMAT que en el sitio corresponde con una plancha de roca calcárea. En la zona marina quedaran ubicados 260.0 m ² del embarcadero y se contará con 74 pilotes, que servirán para el atracadero de lanchas tipo balleneras (20-30 pies) con motor fuera de bordo. En este caso, las infraestructura se pudiera asociar con un fuerte incremento en el pulular humano hacia la zona marina, lo que se considera una cierta alteración de la presencia de fauna marina en el sitio del proyecto, y por tanto, un aumento de presión sobre ecosistema costero. No obstante, se debe citar que el sitio se caracteriza por la presencia de bajos fondos marinos y escasa presencia de fauna marina. Por ello se anticipa un impacto adverso de carácter compatible, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 12. Fauna marina.	-	3	2	2	1	2	4	1	4	2	2	-23	CO

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo.</i>																								
Impactos identificados:																								
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$																								
CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFEECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO												
III. ETAPA OPERACIÓN																								
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA										CALIFICATIVO												
INCREMENTO DE PERSONAS EN LA ZONA DE PLAYA	65. Procesos	El factor ambiental que puede verse afectado es sobre la dinámica costera del sitio del proyecto. No obstante, se confirma la presencia de bajos fondos marinos en el sitio. Lo que a su vez refiere que en la zona se manifieste un oleaje de baja intensidad. Por lo anterior el desarrollo del proyecto no provocará cambios en cuanto a los patrones de corrientes y al depósito de sedimentos en el sitio, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 10. Hidrología.										-	3	2	1	4	2	4	1	4	2	2	-25	CO
	66. Paisaje natural	El desarrollo del proyecto no habrá de alterar el paisaje actual, ya que el proyecto se ubicará precisamente en la ZOFEMAT aledaña al mar Caribe, en donde el paisaje precisamente corresponde con zonas de tránsito continuo de embarcaciones y de todo tipo de calado que llevan a turistas para la práctica de buceo en el Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel. Asimismo en el sitio existen varios muelles lo que brinda un paisaje típico costero, por lo que se deben aplicar las medidas de mitigación 8. Afectación al paisaje.										-	6	4	1	4	2	4	1	4	2	2	-30	M
MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	67. Calidad de aire.	El mantenimiento general de las instalaciones que componen el proyecto, es una de las actividades que permitirán la vigencia del mismo. En este sentido, se deberá prestar especial atención a los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. Se deberá dar atención al adecuado funcionamiento del sistema de drenaje y su conexión con la planta de tratamiento. La calidad del aire puede ver afectada por la emisión de humos por lo no se permitirá la quema de desechos. Además de que dentro de las labores de mantenimiento se incluye el uso de insecticidas, barnices, solventes volátiles, etc. Por lo que se pueden generar un impacto de carácter Adverso compatible. Por ello se debe aplicar las medidas de mitigación 15. Manejo de pinturas, plaguicidas y solventes.										-	3	2	2	1	2	4	1	4	1	1	-21	CO
	68. Calidad del agua.	Los residuos sólidos generados durante la operación del proyecto, consistirán básicamente de aquellos del tipo no biodegradables, los cuales serán depositados en recipientes de basura seca hasta que suceda su envío al sitio que la autoridad destine para ello, o en su caso, serán llevados al relleno sanitario de la ciudad de Cozumel. En este aspecto, se debe señalar que se deben promover acciones de vigilancia para evitar la disposición inadecuada de los desechos y la creación de focos de infección ya que existen espacios abiertos a todos los residentes, turistas que se desplazan por la zona. En todo caso, se espera poder llevar a cabo el reciclamiento de los desechos que sean susceptibles (vidrio, papel, metales, etc.). En este sentido, la cantidad de residuos sólidos se habrán de generar durante la operación del proyecto se podrá minimizar, por lo que se considera como un impacto de carácter Adverso compatible, que pudieran afectar de manera puntual los recursos suelo y agua de la localidad. Para evitar el deterioro de las condiciones naturales, se requiere la continuidad de aplicación de las medidas de mitigación: 3. Residuos Sólidos.										-	6	4	2	2	2	4	4	4	2	2	-32	M

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Valoración de los impactos ambiental generados por el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> .																										
Impactos identificados:														CARÁCTER DEL IMPACTO	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	SINERGIA	PERSISTENCIA	EFECTO	MOMENTO DEL IMPACTO	ACUMULACIÓN	RECUPERABILIDAD	REVERSIBILIDAD	PERIODICIDAD	RESULTADO	CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO
Valoración del impacto generado = $IM = \pm[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$																										
III. ETAPA OPERACIÓN																										
IMPACTO	ATRIBUTO	FACTOR DE INCIDENCIA	CALIFICATIVO																							
MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	69. Calidad del suelo.	De manera adicional, las acciones de mantenimiento de las instalaciones también implican la generación de residuos con diferentes características que generalmente son dispuestos en el factor suelo, entre los que destacan materiales para construcción, instalaciones electromecánicas, posibles derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites. Además se generarán residuos sólidos por la limpieza de material corroído, lo que representará un impacto de tipo Adverso moderado, por lo que se debe tener en cuenta las medidas de mitigación 16. Mantenimiento de instalaciones.	-	3	2	1	1	2	4	1	4	2	1	-21	CO											
	70. Paisaje local.	Se deben aplicar de la debida forma, los programas y calendarios preparados para las actividades de mantenimiento de la infraestructura, ya que se promoverá el componente urbano en la zona. De esta manera, se puede considerar como impactos de carácter Benéfico moderado, lo cual favorecerá la mejora en la calidad del paisaje ahora modificado e incorporado a la imagen urbana. A estas acciones, se les puede aplicar las medidas de mitigación 8. Paisaje.	+	6	4	1	2	2	4	1	4	4	2	+30	M											
ECONOMÍA DE LA ZONA.	71. Generación de Empleos.	La operación y mantenimiento de los elementos que constituyen el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , procurará la creación de empleos directos e indirectos en la zona. Así, se considera que se deberá contratar personal a nivel ejecutivo (secretarías, recepcionistas, etc.) y de mantenimiento (albañiles, electricistas, etc.). Por su ubicación en el kilómetro 11+446 de la carretera costera sur de Cozumel se requiere el transporte de personal. De esta manera, el impacto generado por la presente actividad, mismo que se reflejará en la economía de la zona, se califica como de carácter Benéfico moderado; a este tipo de impacto no le aplican medidas de mitigación.	+	6	4	1	4	2	4	1	8	4	2	+36	M											
SISTEMA SOCIAL	72. Calidad de vida.	La operación y mantenimiento de los elementos que constituyen el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , finalmente impactará en el medio social y en especial dentro del sector inmobiliario. Por ello se esperan impactos benéficos en términos de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de San Miguel de Cozumel por la mejora de las condiciones de vida; a este tipo de impacto no le aplican medidas de mitigación.	+	12	4	2	4	2	4	1	4	4	4	+41	M											

**CAMBIO DE USO DEL SUELO AMPLIACIÓN DEL PLAN MAESTRO BAHÍA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

5.5. Análisis de los impactos generados en las distintas etapas del proyecto

Como fue referido en la metodología, se habrían de presentar cuatro escenarios a través de los cuales se promoverán afectaciones positivas o negativas a los factores del ambiente y que se definen como: 1) Impactos compatibles (0-25 puntos); 2) Impactos moderados (26-50 puntos); 3) Impactos severos (51-75 puntos); y, 4) Impactos críticos de 75 puntos en adelante.

De esta manera y de acuerdo con los resultados de la **Tabla 5.4**, durante la etapa de Preparación del sitio habrán de ocurrir 20 posibles impactos sobre los atributos más relevantes del ambiente, mismos que han sido representados en la **Figura 5.1**.

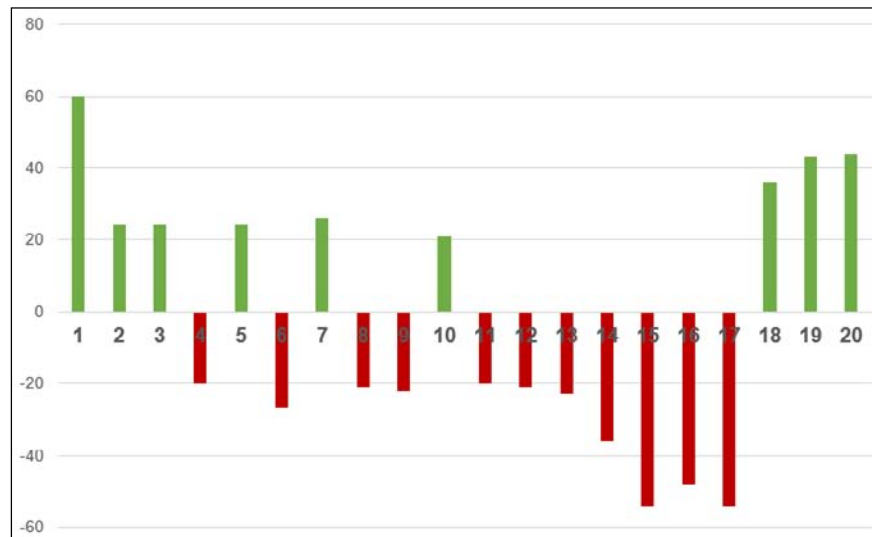


Figura 5.1 Valoración de los impactos generados durante la preparación del sitio.

De la figura anterior, se deben resaltar 9 impactos de carácter positivo que están representados por el aprovechamiento del Uso del suelo (1), por lo que de acuerdo a los fines del proyecto este deberá ser sustentado de acuerdo con los instrumentos de planeación vigentes como es el POEL del municipio de Cozumel el cual indica que el uso predominante en la zona es Turístico Hotelero y Turístico residencial. Además se tendrá un impacto positivo reflejado a través de las actividades de remoción de escombros y desechos acumulados de manera furtiva dentro del conjunto de predios. Asimismo, se tendrá aportación a la economía local a través de la generación de empleos temporales (18) y el impulso de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el municipio y que están representadas por medio de establecimientos y centros proveedores de suministros, algunos de las cuales se encuentran ubicados en sitios muy distantes al del desarrollo del proyecto (19 y 20).

También, se han encontrado 6 posibles impactos considerados bajo el rubro de Adversos compatibles y que finalmente están relacionados con modificaciones poco significativas en los atributos ambientales y que se compensan grandemente por la inversión económica y la mejora en la calidad de vida en esencialmente dentro el sector inmobiliario que se pretende realizar.

Asimismo, en la valoración se encuentra incluido 3 solo impactos considerado como Adversos moderados, los cuales tiene que ver con modificaciones a la calidad de aire, hidrología y el suelo por la emisión de polvos y generación de basura, debido principalmente al proceso de desmonte de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

la vegetación. Por lo que se requiere mayor atención en el manejo de desechos sólidos y líquidos. No obstante, estos eventos pueden ser mitigables aplicando las medidas de prevención propuestas en el Capítulo VII del presente documento.

Finalmente dentro de la valoración realizada, se han identificado la posibilidad de la generación de 2 impactos incluidos dentro de la categoría de “Severos”. Lo cuales están relacionados con afectaciones directas a la vegetación y paisaje debido a labores de desmonte de comunidades de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria. Por ello, se debe resaltar que la mejor justificante al desarrollo del proyecto queda cimentada en el hecho de que los distintos programas de planeación ubican a la zona como apta para el desarrollo de actividad que se propone, situación que se cumple cabalmente mediante la adecuación del proyecto a los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel. Además del Programa de Manejo del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.

Por otra parte, durante la etapa de construcción se pueden generar 34 impactos principales sobre los atributos del ambiente (**Figura 5.2**), de éstos 5 son considerados como positivos, mismos que está referido a la derrama económica que dejará el proyecto en la región. Además de las labores de jardinería y recuperación de la vegetación, así como el uso de plantas nativas.

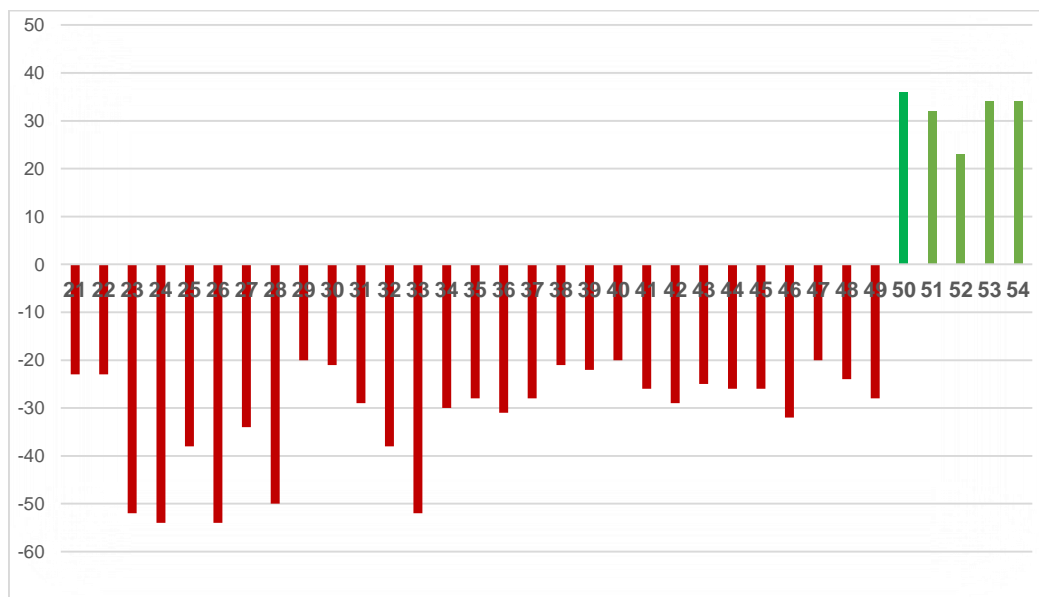


Figura 5.2 Valoración de los impactos generados durante la construcción del proyecto.

Se consideran 10 impactos adversos compatibles dentro de esta etapa, los que están referidos al almacenamiento temporal de residuos, el transporte de materiales de construcción y desplazamiento de las maquinarias lo que generará cambios en los niveles de ruido superiores a lo natural. No obstante, estas modificaciones pueden ser minimizadas mediante la aplicación de medidas correctivas y de mitigación.

Además se considera 14 impactos moderados que están referidos a: la modificación de las topoformas, hidrología, afectación a la flora y fauna marina, etc., ya que se habrá de construir en la zona continental una serie de estructuras de concreto armado aunque estos serán sobre espacios cubiertos con vegetación de selva baja de características secundaria arbustiva y herbácea con árboles dispersos. Se incluye además la construcción de un embarcadero dentro de la zona marina

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

en una zona donde se manifiesta una baja diversidad bentónica. En este caso, nuevamente la actividad se justifica por el hecho de que los cambios a generar en la zona serán en sitios puntuales y en una zona prevista para este tipo de actividades.

Como en la etapa anterior, no se ha encontrado 5 impactos incluidos dentro de la categoría de “Severos”. Los cuales tiene que ver cambios en la topografía, la pérdida de las características del suelo, las modificaciones de la cobertura vegetal y el paisaje. En este caso, las acciones se consideran irreversibles ya que se ha de desplantar los elementos del proyecto que se integran de estructuras de concreto armado. Por otra parte y de nueva cuenta, el proyecto se justifica debido a que no existe un arbolado forestal y en el predio predomina un paisaje de arbustivas y herbáceas y desde luego la presión por el desarrollo urbano que se requiere en la zona sur de la Isla de Cozumel.

En este caso, de las acciones dentro de la zona marina, se consideran reversibles ya que se ha de desplantar los elementos del proyecto que se integran de estructuras de madera que finalmente son de uso temporal. Por otra parte y de nueva cuenta, el proyecto se justifica debido a que solamente se removerán 1.01 Ha de vegetación de selva baja subcaducifolia y dentro de la zona marina 5.23 m² del fondo oceánico que se cubre mayormente por algas y organismos bentónicos dispersos. Además de que el predio predomina un paisaje costero y donde existe cierto número de embarcaciones, mismas que requiere de un sitio de atraque seguro.

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento del sitio se han identificado 17 posible impactos ambientales, por lo que deberán ser vigilados de manera rutinaria ya que parte del proyecto se habrá de desarrollar en el medio acuático situación que puede incrementar su grado de afectación a los factores del ambiente, tales como partículas suspendidas en la columna de agua, gases provenientes del tránsito vehicular en la zona, etc.

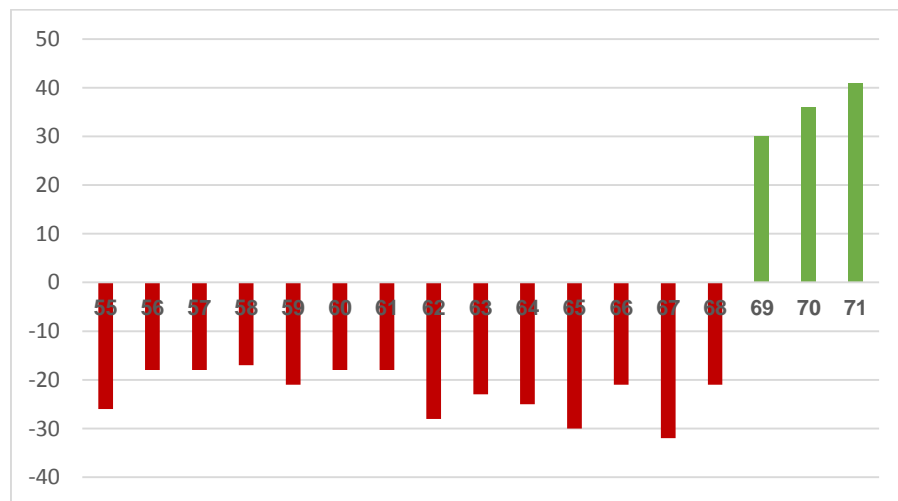


Figura 5.3 Valoración de los impactos generados durante la operación del proyecto.

Como en los casos anteriores, muchas de las acciones del proyecto se justifican por el hecho de procurar impactos positivos y que están referidos a la mejora en la calidad de vida de los pobladores lo cual está referido a la creación de fuentes de empleos permanentes, pero fundamentalmente por la promoción de la recreación en el medio, misma que forma parte de la promoción de la Entidad como polos de desarrollo turístico en el ámbito mundial. Ahora que fundamentalmente por la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

promoción del desarrollo inmobiliario se habrá de realizar en una zona donde los planes de crecimiento lo permiten (POEL del municipio de Cozumel).

En este caso se han identificado 10 posibles impactos adversos compatibles que están referidos al manejo de desechos sólidos y líquidos. Además de 4 impactos adversos moderados referidos a la modificación del paisaje, en donde las labores de mantenimiento, jardinería y conservación de las áreas naturales (6.77 Ha) juega un papel muy importante para evitar el deterioro y calidad no solo de los recursos naturales sino también de las obras e instalación que se habrán de construir.

5.5. Impactos residuales ocasionados por el desarrollo del proyecto

Después de realizar todos los trabajos de interacción, identificación y evaluación de impactos, se detectaron los impactos ambientales que se consideran Irreversibles y que pudieran no ser mitigables ante condiciones ambientales adversas.

Estos impactos se denominan Impactos Adversos Residuales y representan el grado de modificación ambiental que se verificarán en el sitio del proyecto, una vez realizadas todas las obras y actividades programadas para la construcción y en su operación durante toda la vida útil del proyecto. De esta forma, se realizó un listado de estos impactos y las actividades y obras asociados a ellos, presentados en la **Tabla 5.5**.

Tabla 5.5 Impactos Adversos Residuales por el proyecto.	
IMPACTO	ACCIONES
Pérdida de cobertura de la capa edáfica.	Se planea efectuar el desmonte de una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). Por ello el proyecto deberá contemplar llevar a cabo el aprovechamiento integral de los recursos y que en este caso conlleva la recuperación de la capa de suelo fértil que deberá usarse en la jardinería y recuperación de espacios afectados por el desarrollo de la obra. Además de la preservación de las áreas naturales a conservar (6.77 Ha) que contribuyen a mitigar los impactos que se generarán por el aprovechamiento con fines turísticos residenciales y de esparcimiento en la zona de playa.
Pérdida de cobertura vegetal.	Se deberá llevar a cabo el desmonte de una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). Por ello el proyecto deberá contemplar utilizar únicamente los espacios desmontados. Además de la preservación de las áreas naturales a conservar lo que contribuye a mitigar los impactos que se generarán por el aprovechamiento con fines turístico residenciales y de esparcimiento en la zona de playa.
Modificación de las topoformas (relieves y pendientes)	Las obras modificaran de manera permanente este atributo ambiental, en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto), por lo que debe contemplan medidas de mitigación como son: el uso del material producto del despalme en labores de jardinería, aplicación de un programa de reforestación y recuperación de espacios verdes y la preservación de las áreas naturales a conservar.
Cambios en procesos infiltración y escorrentías	Se deberán conservar las áreas verdes naturales que propone el diseño arquitectónico (6.77 Ha), favoreciendo en la medida de lo posible la infiltración y captación de agua aun cuando se haya perdido cierto porcentaje de superficie natural.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 5.5 Impactos Adversos Residuales por el proyecto.

IMPACTO	ACCIONES
Modificación en la composición vegetal terrestre (Abundancia y Diversidad)	La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a las 1.01 Ha propuestas por el diseño arquitectónico y de acuerdo con los planos autorizados de obra. Por lo que con estas acciones se evitará afectar a la fauna silvestre, por la pérdida de una parte de su hábitat, por lo que se deben aplicar los programas de rescate y reubicación, principalmente de aquellas de lento desplazamiento. La creación de áreas verdes no garantiza por sus dimensiones el retorno de la fauna ni la recuperación de especies vegetales pero ayudara a disminuir el impacto ocasionado por esta actividad.
Afectación a la abundancia y diversidad de fauna silvestre.	
Contaminación de la columna de agua	<p>Por la construcción del muelle de madera se prevé la posible suspensión de sedimentos, por lo que se tiene contemplada como principal medida de mitigación la colocación de la malla geotextil Mirafi 180 N, la cual tiene una estructura no tejida con fibras de polipropileno que forman un arreglo estable, y retienen siempre su posición relativa. Es inerte a la degradación biológica y con estabilidad dimensional, resistente a los ácidos y álcalis encontrados de manera natural.</p> <p>La malla deberá tener pesos muertos en el fondo y boyas en superficie para mantenerla lo más tensa posible y evitar fugas de sedimento por arriba o debajo de la misma, Incluye: sistema de flotación, materiales, mano de obra, señalización, herramienta, equipo. La colocación de la malla se hará lo más próximo al área de operación, a una distancia aproximada de 2 metros.</p> <p>Durante la etapa de construcción del proyecto el mayor riesgo podría ser la generación de sedimentos, el cual tiene medida de mitigación mediante la colocación de una malla geotextil. Este impacto se dará de manera temporal, ya que los sedimentos tenderán a depositarse unas pocas horas después de terminadas las maniobras para colocación de los pilotes.</p>
Modificación en la composición vegetal acuática (Abundancia y Diversidad)	Para la conformación del embarcadero se habrá de llevar a cabo el hincado de 74 pilotes dentro de la zona marina, por lo que se espera la modificación de una superficie mínima de 5.23 m ² . NO obstante, se deberá verificar que no se vean afectadas colonias de pastos marinos. Por ello el proyecto deberá contemplar utilizar únicamente los espacios mínimos necesarios y llevar a cabo la planimetría para que el desplante se lleve a cabo en zonas de blanquiales o de menor presencia de pastos se menor. Además de que los pastos removidos deberán ser plantados en la misma zona.
Afectación a la abundancia y diversidad de fauna acuática.	La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a los 5.23 m ² que se requiere del fondo marino para el hincado de 74 pilotes que habrán de soportar la estructura del embarcadero. Por lo que con estas acciones se evitará afectar a la fauna acuática, ya que se modificará mínimamente una parte de su hábitat natural.
Alteración y disminución de la Calidad Visual.	El proyecto deberá aplicar una arquitectura del paisaje, por lo que se deberá llevar a cabo la reforestación con especies nativas derivadas del rescate y conservación de áreas naturales en la ZOFEMAT.
Generación de residuos sólidos.	Durante todas las fases del proyecto se habrán de generar residuos sólidos. Por lo que se deberá disponer adecuadamente de cada uno de estos subproductos y de acuerdo a lo que la autoridad competente indique para ello.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

5.6. Fase de abandono

Por ser una actividad dentro del sector inmobiliario, se estima que las edificaciones correspondientes con los 5 edificios residenciales turísticos no tendrán una fase de abandono. Además de que deberá estar sujeto a un programa funcional de mantenimiento. Ahora que las actividades dentro de la zona marina el proyecto puede ser susceptible de ser afectado seriamente por alguno de los fenómenos hidrometeorológicos que se manifiestan anualmente en la región. Por lo que para la continuidad de usos se deberá dar el mantenimiento adecuado, o en su caso el desmantelamiento del mismo y dar el uso natural previo a la zona de playa y marina.

En este caso, se deberá de notificar previamente a las autoridades para que se determine lo que se procedente, en cuyo caso se deberá presentar el programa de Abandono y Restauración Ecológica en donde se describan las actividades tendientes a la restauración de sitio, demolición, retiro y uso alternativo de las construcciones.

CAPITULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Contenido

VI.1 Justificación técnica	2
VI.2. Justificación Económica	23
VI.3. Justificación Social	26

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

El proyecto denominado *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, ha sido diseñado como una obra estratégica que habrá de fortalecer el desarrollo económico regional bajo la modalidad de la oferta inmobiliaria y recreativa, ubicándose sobre la franja costera suroeste de la Isla de Cozumel. Esta área se encuentra incorporada hacia un espacio donde los instrumentos de planeación indican que es factible llevar a cabo el desarrollo de actividades turísticas bajo los criterios del aprovechamiento sustentable. Al respecto, se debe de referir que se requiere ampliar y mejorar los servicios en el sitio para facilitar el desarrollo de infraestructura para el beneplácito del turismo que gusta convivir cerca de la naturaleza. Además, se debe mencionar que el mejoramiento de los servicios ha formado parte importante de los Planes Estratégicos de Desarrollo del estado de Quintana Roo y su proyección considera todos los requerimientos de la normatividad en materia de fomento de infraestructura urbana y ecológica.

Por otra parte, la evaluación de las condiciones físicas y biológicas del conjunto de predios destinados al proyecto, han permitido concluir que estas acciones no representan un riesgo doloso sobre los ecosistemas y que la implementación del proyecto puede ser una acción positiva en el desarrollo regional. En este sentido, los impactos que se generarán durante el proceso de cambio de uso de suelo, así como las actividades de prevención y mitigación han sido plenamente abordados en los capítulos V y VII del presente estudio.

En este sentido, se considera que en materia de desarrollo social arrojará grandes beneficios, ya que la infraestructura que se pretende establecer habrá de cubrir una demanda actual de los viajeros y visitantes de la Isla, la cual basa sus actividades de desarrollo precisamente dentro del sector turístico y ecoturístico, la cual a su vez es la principal actividad económica de la Entidad, por lo que se requiere de fomento de nuevos destinos y acordes a los criterios del desarrollo sustentable. Por lo anterior, en este capítulo se deberá resaltar la relevancia del proyecto, así como la afectación que implica generar los cambios en las condiciones del suelo y la vegetación.

VI.1 Justificación técnica

- **En superficie.** Se debe citar, que el conjunto de predios destinados al desarrollo del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* cuentan con una superficie de 103,713.91 m² (10.37 Ha), de la cual se han autorizado las 2 primeras etapa con un área de afectación de 2.58 Ha, por lo que sumado a la presente solicitud de 1.01 Ha se alcanzará una superficie para cambio de uso del suelo de 3.59 Ha). En este sentido y por medio de la aplicación de los criterios del POEL del municipio de Cozumel, el proyecto cumple con las especificaciones al hacer uso del 34.6% de desmonte (4% menos de permitido para dicha unidad que es del 35%). En este caso, se habrá de destinar 6.77 Ha del total del conjunto de predios involucrados como áreas verdes cubiertas con vegetación nativa natural de selva baja subcaducifolia, humedales con manglar (donde no se llevará a cabo ningún tipo de instalación ni modificación) y duna costera, complementado con algunos espacios ajardinados. Por lo tanto, un área que deberá ser sujeto de conservación en beneficio de los procesos propios de los ecosistemas y los futuros usuarios de la zona.
- **En el tipo de vegetación.** Dentro del conjunto de predios involucrados en el proyecto se distribuye distintos tipos de vegetación como es la duna costera, los humedales con manglar y la selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Es por ello que la infraestructura a desarrollar y el proceso de cambio de uso de suelo únicamente se habrá de llevar a cabo sobre la zona cubierta de vegetación de selva y una fracción mínima de la costa rocosa (en la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ZOFEMAT), salvaguardado la integridad de la zona de humedales con manglar. De esta manera se requiere para el desarrollo del proyecto una superficie de desmonte total de 1.01 Ha.

De manera adicional y para evitar afectaciones dolosas en la composición florística de este ecosistema, se habrán de realizar acciones de rescate y reubicación de los individuos de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso de *Thrinax radiata* (chit). Además de que se incluirán aquellas especies de importancia biológica y/o cultural. En este sentido, y para cumplir con los criterios de sustentabilidad se habrán de incorporar 6.77 Ha del conjunto de predios como área verde natural, por lo se debe de esperar la continuidad de los procesos relacionados con los ecosistemas propios de la región. Además, el proceso de cambio de uso del suelo se habrá de llevar a cabo en un escenario de 5 años. Lo que permitirá el crecimiento paulatino y armónico de las instalaciones y acorde a las propias necesidades de los usuarios. En este caso, se prevé el desmonte por etapas, por lo que se resalta de manera directa el desarrollo de actividades programadas.

- **En el tipo de suelo.** Las características llanas que muestra el perfil topográfico dentro del conjunto de predios destinados al proyecto turístico permiten la implementación del proyecto, toda vez que éste se trata de infraestructura que propone la apertura de un nuevo destino bajo la modalidad inmobiliaria y de recreación. De esta forma, se puede hacer uso de espacios donde no se manifiestan elevaciones montañosas que pudieran generar movimientos y deslizamiento de tierra. Además de que a través de los estudios correspondientes se deberá de determinar la resistencia de los mantos rocosos para el establecimiento de la infraestructura.

Asimismo, para la zona cubierta con vegetación de selva baja subcaducifolia se ha identificado la distribución de un solo tipo de suelo representado por los Leptosoles líticos y réndzicos (Tzekel), mismos que se caracterizan por la integración de una capa limitada de suelo de color pardo oscuro y con una profundidad de apenas 20-30 cm hasta limitar con la una roca calcárea que en la región es de tipo continuo, dura o una capa continua cementada, acompañados por gran cantidad de rocas fragmentadas de color pardo-amarillento, presentando muy fácil drenaje que favorece la rápida infiltración del agua durante la época lluviosa del año. Dado que el terreno presenta una geomorfología casi plana, los cortes de roca que se habrán de realizar, el relleno y la nivelación para la preparación del sitio y construcción del proyecto serán mínimos. Asimismo, se prevé utilizar la tierra superficial como sustrato en las áreas verdes con las que contará el desarrollo.

Toda la superficie del proyecto será nivelada y remozada con las obras consideradas, por lo que no se favoreceran problemas de erosión. Además de que entre las medidas de mitigación de los impactos durante la fase de desmonte se ha considerado humedecer la superficie a desmontar para evitar la dispersión de polvos por efectos de viento y la lluvia.

Por otra parte, el predio se encuentra dentro de los planes y programa de desarrollo emitidos por los diferentes órganos de Gobierno, tal es el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel, por lo que al conjunto de predios le aplica la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) A4, misma que está destinada para el crecimiento armónico de las actividades productivas bajo la modalidad inmobiliaria y hotelera.

Como en los casos anteriores, se espera que no lleven a cabo modificaciones en este factor suelo en las 6.77 Ha del restos de los inmuebles, lo que corresponde con suelos tipos Regosol calcárico ubicados en la duna costera y, desde luego, los de tipo Gleysol ubicados en la zona de humedales con manglar, esta situación favorecerá enormemente a evitar el deterioro doloso de los recursos de la zona.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- **De la infraestructura a implementarse.** La superficie total requerida para el establecimiento de los componentes del proyecto será de 10,156.28 m² (1.01 Ha), misma que está sujeta a los criterios del POEL de la Isla de Cozumel y que permite un C.O.S. de 35%. Además de que la operación de este proyecto no implica la generación de contaminantes que pudiesen afectar de manera importante las condiciones del suelo, el aire, el agua o la vegetación colindante. Por el contrario, infiere directamente el uso con fines inmobiliarios y de recreación. Además el proyecto tiene considerada su conexión a una planta de tratamiento de aguas residuales (se cuenta con autorización para su construcción), lo que habrá de minimizar las afectaciones a la hidrología de la zona. Por otra parte, la construcción del desarrollo se llevará a cabo dentro de un escenario de 10 años, lo que permitirá un crecimiento armónico y acorde a las propias necesidades de los usuarios.

- **De los supuestos señalados en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.** Dentro de este concepto, también se hará referencia al Artículo 117 de dicha Ley que a la letra dice:

Los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.

Como se ha referido, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* se habrá de desplantar en un predio con superficie total 103,713.91 m² (10.37 Ha), de la cual se han autorizado las 2 primeras etapa con un área de afectación de 2.58 Ha, por lo que sumado a la presente solicitud se alcanzará una superficie total para cambio de uso del suelo de 3.59 Ha. En este caso, se debe tenerse en cuenta que el proyecto contempla la conservación de 6.77 Ha de áreas naturales y en las que prevalecerán las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad de la región y se trataran de minimizar las afectaciones por el proyecto.

- *No se compromete la biodiversidad.*

De acuerdo con la superficie de conservación que se ha diseñado para el proyecto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados. Además se debe reconocer que dentro de la Isla de Cozumel y de acuerdo con los trabajos de Romero-Nájera (2004), se reconoce que existe una superficie del orden de 247,000 Ha (5.18% de la cobertura vegetal de la Isla) que se cubren de vegetación de selva baja subcaducifolia, a las que se le pueden sumar 1,100 Ha de vegetación de acahual (0.02%). Además de que adicionalmente se cubre una superficie de 3'105,100 Ha de selva mediana subperennifolia que representa el 65.14%, lo cual se representa en la **Tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Tipos de vegetación en el municipio de Cozumel.		
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA	
	(HA)	(%)
Acahual	1,100	0.02
Manglar	159,900	3.35
Manglar-Tasistal	73,600	1.54
Manglar-Tasistal-Vegetación de dunas costeras	68,400	1.43
Manglar-Tular	2,100	0.04
Mangle rojo	109,500	2.3
Mangle blanco	335,100	7.03
Selva baja subcaducifolia	247,000	5.18
Selva baja subcaducifolia-Manglar	23,500	0.49
Selva mediana subcaducifolia	3'105,100	65.14
Tasistal	18,900	0.4
Tasistal-Vegetación de dunas costeras	71,600	1.5

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 6.1 Tipos de vegetación en el municipio de Cozumel.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA	
	(HA)	(%)
Vegetación de dunas costeras	6,300	0.13
Vegetación de dunas costeras-Manglar	10,400	0.22
Zonas antrópicas	355,700	7.46
Cuerpos de agua	178,400	3.74
TOTAL	4,766,600	100

De acuerdo con los datos anteriores, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* no habrá de afectar de manera dolosa la cobertura de la vegetación de selva baja subcaducifolia, ya que el conjunto de predios tan solo corresponde con 0.0004% de la cobertura de este tipo de vegetación. De esta manera, las afectaciones que se habrán de generar serán de tipo puntual y localizada.

De manera adicional, el proyecto habrá de implementar un Programa de Rescate de Flora Nativa, por lo que se cuenta con los lineamientos que evitarán el deterioro total de los sitios que se requieren para el establecimiento de infraestructura. En este caso, el hecho de rescatar especies con énfasis en aquellas incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la diversidad de especies de flora se habrá de mantener.

Además y de acuerdo con los datos del inventario forestal, para el inmueble de interés se registra cierta diversidad forestal. Es por ello que de acuerdo con los muestreos realizados en el predio de interés se distribuyen 22 especies consideradas como árboles y con DAP por arriba de los 10 cm, cuya relación e índice de diversidad se muestran en la **Tabla 6.2**.

Tabla 6.2 Listado de especies e índice de diversidad por estrato: Arbóreo.

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	Num/Ind	pi	Log(pi)	pi (log pi)
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnik	11	0.16	0.80	0.13
<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	10	0.14	0.85	0.12
<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sakbob	7	0.10	1.00	0.10
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	7	0.10	1.00	0.10
<i>Ficus maxima</i>	Álamo	5	0.07	1.15	0.08
<i>Caesalpinia violacea</i>	Chacteviga	4	0.06	1.24	0.07
<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup	3	0.04	1.37	0.06
<i>Gliricidia maculata</i>	Cocoite	3	0.04	1.37	0.06
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzitzilche	3	0.04	1.37	0.06
<i>Neea tenuis</i>	Tadzi	3	0.04	1.37	0.06
<i>Ceiba a aesculifolia</i>	Ceiba	2	0.03	1.54	0.04
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	2	0.03	1.54	0.04
<i>Anona primigenia</i>	Anonilla	1	0.01	1.85	0.03
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	0.01	1.85	0.03
<i>Metopium brownei</i>	Chechem negro	1	0.01	1.85	0.03
<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	1	0.01	1.85	0.03
<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo	1	0.01	1.85	0.03
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	1	0.01	1.85	0.03
<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua	1	0.01	1.85	0.03
<i>Esembeckya berlandierii</i>	Naranjillo	1	0.01	1.85	0.03
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul	1	0.01	1.85	0.03
<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	1	0.01	1.85	0.03
		70.00			1.20

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En este caso, se considera que la diversidad de la flora arbórea en los inmuebles de interés manifiesta una baja altura y regular diversidad de especies lo cual es una respuesta natural luego del paso de los distintos fenómenos hidrometeorológicos que se han manifestado en la zona (Gilberto, 1988; Wilma, 2005, etc.). En el sentido biológico, se debe considerar que el ecosistema en la zona del proyecto en realidad manifiesta un fuerte carácter secundario de origen reciente. Por lo que de acuerdo con los estudios realizados por el Consorcio de Investigaciones Ambientales Avanzadas en Quintana Roo, S.C. (2008, inédito), se registra para la selva baja subcaducifolia al oriente de los inmuebles del proyecto una diversidad de 31 especies para el estrato arbóreo, las cuales alcanzaron hasta 140 ind/ha. No obstante, los estudios realizados en los Inmuebles de interés indican la existencia de una diversidad de 22 especies y tan solo 70 ind/Ha con diámetro por arriba de los 10 cm. En este caso los valores del índice de diversidad para la selva baja subcaducifolia de la Subcuenca “f” se muestran en la **Tabla 6.3**.

Tabla 6.3 Valor de Índice de diversidad para la selva baja subcaducifolia de la Subcuenca “f”					
NOMBRE COMUN	ESPECIE	NUN/IND	pi	Log (pi)	pi (Log pi)
Anonilla	<i>Annona primigenia</i>	1	0.01	2.15	0.02
Chaka	<i>Bursera simaruba</i>	4	0.03	1.54	0.04
Sahpa'	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	5	0.04	1.45	0.05
Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4	0.03	1.54	0.04
Chateviga	<i>Caesalpinia violacea</i>	2	0.01	1.85	0.03
Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	4	0.03	1.54	0.04
Sakbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	5	0.04	1.45	0.05
	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	1	0.01	2.15	0.02
Naranjillo	<i>Esembeckya berlandierii</i>	2	0.01	1.85	0.03
Amate	<i>Ficus cotinifolia</i>	4	0.03	1.54	0.04
Álamo	<i>Ficus maxima</i>	1	0.01	2.15	0.02
Higuillo	<i>Ficus padifolia</i>	3	0.02	1.67	0.04
Sakiap	<i>Gliricidia maculata</i>	9	0.06	1.19	0.08
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	2	0.01	1.85	0.03
Yaite	<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.01	2.15	0.02
Tzitzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	3	0.02	1.67	0.04
Mahahua	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.01	1.85	0.03
Chintok	<i>Krugiodendron ferreum</i>	1	0.01	2.15	0.02
Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	5	0.04	1.45	0.05
Xul	<i>Lonchocarpus xuul</i>	7	0.05	1.30	0.07
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	12	0.09	1.07	0.09
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	6	0.04	1.37	0.06
Caracolillo	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	5	0.04	1.45	0.05
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	17	0.12	0.92	0.11
Tadzi	<i>Neea tenuis</i>	5	0.04	1.45	0.05
Habin	<i>Piscidia piscipula</i>	5	0.04	1.45	0.05
Huano	<i>Sabal yapa</i>	3	0.02	1.67	0.04
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	4	0.03	1.54	0.04
Kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	3	0.02	1.67	0.04
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	4	0.03	1.54	0.04
Yaxnik	<i>Vitex gaumeri</i>	10	0.07	1.15	0.08
		140			1.38

De acuerdo con los estudios referidos, se registra para la selva baja subcaducifolia una diversidad de 31 especies para el estrato arbóreo, las cuales alcanzaron hasta 140 ind/ha. No obstante, los estudios realizados en los Inmuebles de interés indican la existencia de una diversidad de 22 especies y tan solo 70 ind/Ha.

De acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro de los ecosistemas selváticos ubicados a lo largo de la Isla de Cozumel (y la zona norte de Quintana Roo en lo general),

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

manifiestan un desarrollo secundario que en algunos casos les ha permitido incrementar la diversidad, aunque en otras situaciones se ha perdido la estructura horizontal y vertical del ecosistema y la diversidad que ello conlleva. Por otra parte y en el sentido general, se debe considerar que estos ecosistemas son correspondientes con distintas fases sucesionales la cual alcanza cerca de 25 años y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005) los cuales fueron identificado como un evento catastrófico que diezmó los ecosistemas de la zona norte del Estado.

Una consideración adicional, indica que para **la selva baja de la Isla de Cozumel se ha estimado valores del índice de diversidad de Shannon-Wiennier para el estrato arbóreo del orden 1.38. Para el caso de los inmuebles de interés, se alcanzó tan solo un valor de tan solo 1.20.** De esta manera, la fase en la que se encuentra el ecosistema en la zona del proyecto conlleva una fuerte recuperación de diversidad florística en el estrato arbóreo. Además se deberá de propiciar el restablecimiento de la selva baja subcaducifolia ya que se contempla que el proyecto cuente con 6.77 Ha de áreas verdes naturales y ajardinadas, la aplicación de un programa de rescate de flora y otro de reforestación se podrá contribuir a lograr la conservación del germoplasma propio de los ecosistema selváticos del norte de Quintana Roo.

Para la diversidad de fauna tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución de 27 especies de fauna, de las cuales, 25 son Aves, 13 Reptiles, 5 Mamíferos y 2 Anfibios. En este caso los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios se registró 2 especies una de ellas ubicada hacia la zona de humedales donde no se llevará a cabo ninguna actividad.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.
- En el caso de Reptiles y Mamíferos, algunas de las especies suelen convivir cerca del ser humano como es el caso de *Ctenosaura similis* (iguana) y *Nasua narica* (tejón). Asimismo, se reporta 8 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a las cuales se les debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de este componente (**Tabla 6.4**).

Tabla 6.4 Especies de vertebrados terrestres incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicas e introducidas.			
ESPECIE	CATEGORÍA DE RIESGO	ENDEMICA	INTRODUCIDA
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	A		
<i>Trachemys venusta</i>	Pr		
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pr		
<i>Ctenosaura similis</i>	A		
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	ENDEMICA	
<i>Leptophis mexicanus</i>	A		
<i>Boa constrictor</i> *	A		INTRODUCIDA
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Pr		

De manera complementaria, se debe considerar que el proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas el proyecto) y se habrá de mantener una superficie de 6.77 Ha como áreas verdes de conservación. Por lo que las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio se habrán de mantener. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse cierta cantidad de vegetación en las que no se debe llevar a cabo ningún tipo de edificación. Además de que el valor del índice de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

diversidad de Shannon-Wiener alcanzado fue de 1.57, el cual se considera como bajo, pero finalmente está relacionado con la temporalidad en el desarrollo del presente estudio. Además de las características del ecosistema en cual presenta un arbolado ralo y de baja altura.

Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitan el deterioro total del sitio. El hecho de rescatar especies con estatus de conservación y que están incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad se habrá de mantener en el sitio.

En el mismo sentido, el proyecto aplicará un programa de reforestación que permita recuperar espacios para el desarrollo de la vida natural. Además el proyecto se llevará a cabo en un escenario de 10 años. Lo que permitirá promover la conservación de las especies de fauna al tener un crecimiento programado, armónico y acorde a las propias necesidades de los usuarios.

- *No se promueve la erosión de los suelos.*

En cuanto a la **erosión de los suelos**, se puede mencionar que la eliminación de la cubierta vegetal pudiera causar degradación (erosión) de los suelos, aunque el proyecto tan solo pretende el cambio de uso del suelo en una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto). Sin embargo, ésta no se considera significativa ya que el cambio de uso de suelo será de manera relativamente rápida en una superficie de mínimas dimensiones y perfectamente identificada. Además y una vez efectuado el desmonte, el área será rellenada, nivelada y compactada y sobre el cual se desplantarán las instalaciones que promueve el proyecto.

Para tener una valoración de los efectos de este proceso, se ha aplicado la Formula Universal de Erosión del Suelo por lo que en atención a este criterio se describe lo siguiente: Para tratar de entender el modelo de erosión que se pudiera generar se adaptó la información base para obtener cada uno de los factores que involucra la formula referida y que consiste en la siguiente función:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

- A** = Pérdida media anual de suelo ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)
- R** = Factor de erosividad de la lluvia ($\text{MJ cm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$)
- K** = Factor de erosionabilidad del suelo ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ h MJ}^{-1} \text{ cm}^{-1} \text{ ha}$)
- L** = Factor de longitud de la ladera (adimensional)
- S** = Factor de pendiente de la ladera (adimensional)
- C** = Factor cobertura y manejo del suelo (adimensional)
- P** = Factor prácticas de conservación (adimensional)

a) Factor de Erosividad de la lluvia R (en $\text{MJ cm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ año}^{-1}$)

La erosividad de la lluvia es un índice que estima la fuerza con que la lluvia impacta el suelo, la cual representa la energía potencial disponible para que ocurra la erosión hídrica. Este índice tiene una relación directa con la intensidad de la lluvia (cantidad de lluvia entre tiempo) y generalmente las lluvias más intensas son las más erosivas. Sin embargo, no es posible estimar la erosividad de la lluvia solo con la intensidad promedio, debido a que no es constante durante un mismo evento. Lo anterior se debe a que la intensidad de la lluvia depende de su origen. Por ejemplo, la intensidad de las lluvias asociadas a ciclones tropicales depende de la cantidad de lluvia (García-Oliva et al. 1995), mientras que la intensidad de las lluvias de origen convectivo está más relacionada con su duración (Button y Ben-Asher 1983).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Por lo anterior, se han establecido distintos índices para estimar la erosividad. Los dos principales índices utilizados son el ei30 (Wischmeier y Smith 1958) y el ke25 (Morgan 1979). Sin embargo, el cálculo de estos índices requiere datos de cantidad de lluvia por lo menos cada 10 minutos recogidos por medio de pluviógrafos, situación que no se cuenta en ninguna de las estaciones meteorológicas de nuestro país. Por ello para el cálculo del factor de erosividad de la lluvia R se utilizó la expresión generada por Santacruz De León (2001):

$$R = 2.4619 P + 0.00606 P^2$$

Donde:

R = Factor de erosividad de Wischmeier.
P = Precipitación media anual.

Para el cálculo se parte de los registros de la Estación Climatológica Cozumel con clave 23-003, misma que se localiza en las coordenadas geográficas de los 20° 31' de Latitud Norte y 86° 56' de Longitud Oeste y se ubica a una altura de 3 msnm. Además de que cuenta con cerca de 50 años de observación, por lo que se reporta una precipitación promedio anual de 1,504 mm. Los valores obtenidos se muestran en la **Tabla 6.5** siguiente.

Tabla 6.5 Estaciones de monitoreo y sus resultados del Índice anual de erosividad de la lluvia.			
R	Factor de erosividad de la lluvia	MJ cm /ha h año	Valor
P	Precipitación media anual (Cozumel)	mm	1,504
		Valore de R	17,410.51

b) Factor de erosionabilidad del suelo K (en MJ cm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹)

El factor de erodabilidad del suelo (K), se obtiene en relación al tipo de suelo. Para su determinación, se consideró la metodología de la FAO (1980) que utiliza unidades de suelos de acuerdo a su clasificación y considera tres tipos de textura superficial del suelo, Los datos utilizados para realizar la estimación y cálculos fueron:

Tipo de Suelo. El suelo donde se encuentra el área del proyecto y la subcuenca es el Leptosol lítico+Leptosol réndzico. Por lo que los datos que se tomaron para la estimación del factor K se encuentran en la **Tabla 6.6**.

En este caso, se definido de acuerdo con Vargas Moreno (2012), quien propone cómo obtener el ajuste del factor de erodabilidad de una cuenca en función precisamente del tipo de suelo, por ello propone una serie de valores acordes a los suelos sean estos Regosoles, Acrisoles, Vertisoles, etc. Así el autor **sugiere que para los suelos de tipo Leptosol (Litosoles) les corresponda un valor para K de 0.12.**

a) LS = de longitud y grado de la pendiente

El factor de longitud y grado de la pendiente, LS, considera el efecto de la topografía sobre la erosión. Para su determinación se empleó la ecuación propuesta por Gracia, 1997; Montes *et al.* 1998; McCool *et al.* 1987 y Foster *et al.* 1977.

Tabla 6.6 Características principales de este suelo en el predio.	
CARACTERÍSTICA	VALOR
Color	Café claro
Textura	Franco o de migajón arcilloso
Arcilla (%)	4.16
Limo (%)	12.72
Arena (%)	83.12
Estructura	Granular
Tamaño	Fino
Desarrollo	Débil
Conduc. Eléctrica (mmhoms/cm)	0.1261
Materia Orgánica (%)	20.32

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

$$LS = (x / 22.13)m (0.065 + 0.045 S + 0.0065 S^2)$$

Donde:

x = Longitud del tramo de pendiente S, en metros.

S = Pendiente en porcentaje (5, 10, 20 %)

m = exponente que depende del grado de pendiente del terreno.

El exponente m, se obtiene en función de la pendiente del terreno por lo que asume los valores siguientes: m = 0.5 si $S \geq 5\%$; m = 0.4 si $5 > S > 3\%$; m = 0.3 si $3 \geq S \geq 1\%$; m = 0.2 si $S < 1\%$. Esta fórmula se aplica para pendientes

LS=	FACTOR DE LONGITUD Y GRADO DE LA PENDIENTE	UNIDADES	VALORES
x=	Longitud de la pendiente	Metros	260.00
s=	Promedio de la pendiente	Porcentaje	5
m=	Constante relacionada a la pendiente (tabla)	Adimensional	0.5
		Valor de LS	0.0065

Como se ha referido, el predio se ubica a una altura de 1-5 msnm; con un relieve de tipo ondulado a sensiblemente plano y con una pendiente entre 0-5 % (**Figura 5**).

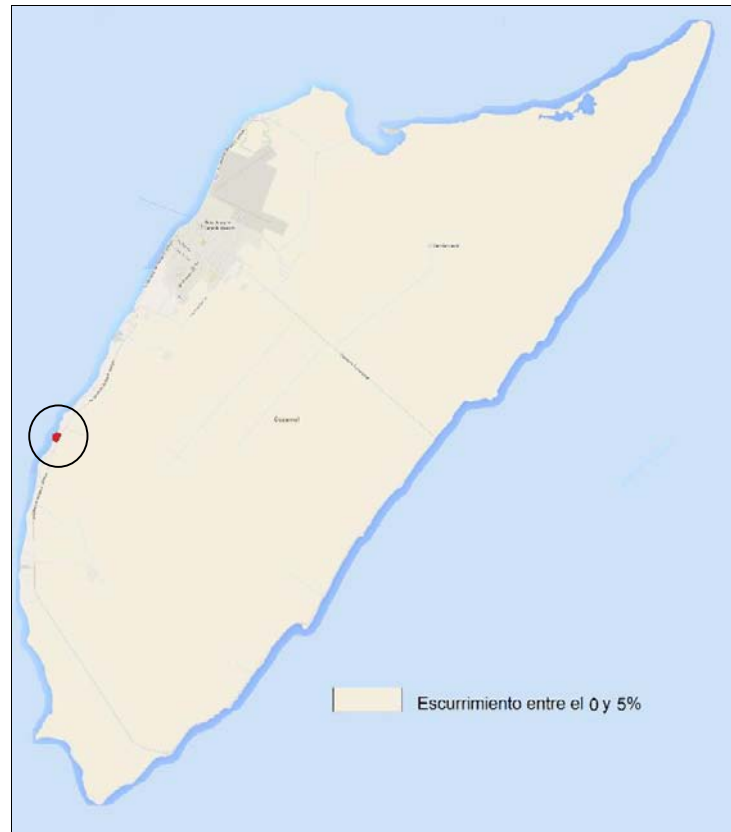


Figura 6.1 Ubicación del proyecto en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% (INEGI, 1983)

b) Factor de manejo de cobertura “C”

De manera precisa, el **factor C** consiste en una estimación del grado de protección que posee el suelo en función del tipo de vegetación, cultivo y prácticas agrícolas. Para el presente trabajo se ha realizado una clasificación de los usos del suelo a nivel de parcela, consiguiendo así el mayor detalle

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

posible sobre el tipo de cobertura que hay. Así se ha adaptado la tabla de Wischmeier y Smith (1978), donde se asignaban valores de C a los tipos de cobertura más comunes (**Tabla 6.8**).

Tabla 6.8. Valores de C para terrenos forestales sin alterar		
PORCENTAJE DE COBERTURA DE ÁRBOLES Y SOTOBOSQUE	PORCENTAJE DE COBERTURA DE LA HOJARASCA	FACTOR C
100 – 75	100 – 90	0.0001 - 0.001
75 – 45	85 – 75	0.002 - 0.004
40 – 20	70 – 40	0.003 - 0.009

En este caso, el proyecto se habrá de desarrollar sobre un área cubierta de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva, con individuos que llegan alcanzar entre los 8-12 m de altura y diámetros entre 5 y 27 cm, así también se observan muy ramificados e integrando un dosel arbóreo de tipo semicerrado. Además de que se da la presencia de especies de copas amplias como *Vitex gaumeri* (yaxnik), por lo que puede considerarse como una selva con regular a buen desarrollo y que por sus condiciones es de tipo forestal. Para efectos de la determinación del factor, se consideró como una cobertura de 100-75 y cobertura de hojarasca de 100 a 90%, para lo cual se asigna un valor de 0.001.



Foto 6.1 Cobertura del 100% de la vegetación de selva baja subcaducifolia dentro de los inmuebles de interés.



Foto 6.2 Cobertura del suelo con hojarasca y material vegetativos en proceso de descomposición

De manera complementaria y para poder efectuar las comparaciones, se utilizó un segundo cuadro de valores propuestos por la propia formula Universal de Erosión del Suelo y de acuerdo con los criterios que se muestran en la **Tabla 6.9**.

Tabla 6.9 Valor C para suelos desnudos.								
Cobertura aérea, Tipo y Altura	% de cobertura aérea	Cubierta superficial en contacto con el terreno % de suelo cubierto						
		Tipo	0	20	40	60	80	95+
No apreciable		G	0.45	0.2	0.1	0.042	0.012	0.003
		W	0.45	0.24	0.15	0.091	0.043	0.011

G = Cubierta superficial está compuesta por pasto o material en descomposición.
W = Cubierta superficial está compuesta por herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De esta manera y para efectos de la determinación del factor luego del proceso de desmonte, se consideró como una cobertura aérea no apreciable con un Factor W de 0.043.

c) Factor Prácticas de control de la erosión (P).

Debido a que no existe información disponible sobre las prácticas de manejo de los suelos en el predio, el valor de P fue asumido como 1 aplicable a todo el sitio. Esto proporciona estimaciones de las condiciones de la erosión de suelo extremas, pues no se asume ninguna de las prácticas de la conservación de suelo en el lugar.

Resultado:

A continuación se muestran los resultados de la predicción de la pérdida de suelo para antes y después de la remoción de la vegetación en la zona de estudio.

Tabla 6.10 Cálculo de la erosión hídrica durante las etapas del proyecto.								
Etapa	Superficie (Ha)	R	K	LS	C	P	Ton/Ha	Ton 1.01 Ha
Sin perturbar	10.37	17,410.51	0.12	0.0065	0.001	1	0.014	0.014
Desmonte	10.37	17,410.51	0.12	0.0065	0.043	1	0.584	0.590
Construcciones (*)	18.25	17,410.51	0.12	0.0065	0	1	0.00	0

* Se considera el factor K como 0 debido a que el suelo ya no estará expuesto a la acción erosiva de la lluvia.

En conclusión, debido a las condiciones de tipo de suelo, textura, pendiente del terreno la pérdida de suelo por el proceso de erosión hídrica es mínima. La pérdida por erosión tiene un valor cuantitativo actual correspondiente a 0.014 ton/ha/año para el conjunto de predios donde se pretende efectuar el cambio de uso de suelo. Además si se remueve la vegetación esta aumentaría a 0.584 ton/ha/año. De manera adicional y como conclusión más importante en relación a su grado de afectación de acuerdo con la FAO (2009) se clasifica como erosión ligera cuando se presentan valores menores a las 10 ton/ha/año.

Confirmando lo anterior, se ha encontrado que se alcanza un valor de erosión hídrica del orden de 0.014 ton/ha/año. De esta manera, se debe reconocer que en los inmuebles de interés se manifiestan condiciones estrictamente particulares y naturales en donde la cobertura vegetal densa de arbustos y árboles dispersos evita los procesos de erosión hídrica; por lo que se debe considerar:

- a) Que actualmente en la zona no existen procesos de degradación de los suelos, ya que son correspondientes con una zona con una topografía ondulada a sensiblemente plana y carente de los más mínimos accidentes orográficos, lo que incluye pendientes entre 0 y 5 %.
- b) Asimismo y de acuerdo con el INEGI (2005), a lo largo de toda la Isla de Cozumel la permeabilidad de las rocas es alta, debido a su composición y naturaleza calcárea, cuya característica más importante es su alta vulnerabilidad a la disolución, manifestándose cavernas, oquedades y presentado fractura miento moderado en su estructura. En esta zona el acuífero es libre y se tiene una precipitación de 1,504 mm anuales, lo que significa que dentro los inmuebles de interés se debe de captar un volumen de 155,985.67 m³ anuales, de los cuales se considera que un 72.2 % del total agua de lluvia que se precipita finalmente se infiltra y es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática. De esta forma, en la zona se carece de ríos y todo tipo de escurrimientos, por lo que los excesos de agua de lluvia fluyen de manera laminar hacia terrenos bajos y el propio mar Caribe que se encuentra ubicado de manera alledaña y se parcelan libremente a través de las fisuras y

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

oquedades existentes en la roca calcárea, sin llegar a causar procesos de erosión ni transporte de suelos o material terrígeno. De esta forma, el flujo hidrológico más importante para la zona se presenta a través del propio acuífero, por lo que en algunas situaciones estas aguas se disponen directamente en el mar o en manglares y lagunas costeras por medio de ojos de agua.

- c) Además la erosión del suelo se previene debido a que el conjunto de predios de interés se cubren de densa vegetación de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva de hasta 8 y 12 m de altura con el dosel arbóreo de tipo semicerrado y en donde se alcanzan densidades de hasta 70 árboles/Ha y numerosas especies arbustivas y herbáceas.
- d) Que existe una dominancia de especies caducifolias y se ha reportado un aporte de materia orgánica del orden de las 3.1 ton/ha/año (Sánchez, 2000). Situación que contribuye a la estabilidad de los suelos del interior de la zona continental, al integrar densas capas de hojarasca y que de hecho esta última puede ser causa de la generación de incendios forestales.
- e) Resulta claro que en condiciones que en la zona no se manifiesta ningún proceso de arrastre y pérdida de suelos, dada la presencia de densa cobertura vegetal, que se define estructuralmente en tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo.
- f) Una vez que sea desmontada la vegetación la erosión se incrementará a 0.584 ton/Ha/año lo que sigue considerándose como de tipo ligero.

Por lo antes expuesto, el proceso de cambio de uso del suelo en la inmuebles de interés no generará procesos dolosos de erosión en el factor suelo y se considera que bajo estos términos el proyecto puede ser viable.

La pérdida de la naturaleza del suelo también puede relacionarse con los **procesos de erosión eólica**, aunque en apariencia los resultados parecen indicar que debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de suelo la pérdida de suelo por esta vía es **mínima**. Es por ello que se han realizado algunas estimaciones aunque finalmente las referencias bibliográficas indican que su cálculo está definido solamente para terrenos agrícolas (Figuroa *et al*, 1991) y no para aquellos que se cubren de vegetación natural y que en este caso corresponde con la selva baja subcaducifolia. No obstante, se harán algunas observaciones a lo largo del proceso.

Para tener una estimación de este parámetro se llevó a cabo el cálculo de la erosión eólica, por lo que se aplicó la metodología expuesta por Figuroa *et al* (1991), en donde la ecuación de pérdida de suelo es la siguiente:

$$E = f(I', K', C', L', V)$$

Donde:

- E, es el promedio anual de pérdida de suelo expresada en ton / ha / año; está en función de:
- I' : factor de erosionabilidad del suelo (ton / ha / año)
- K': factor rugosidad del suelo (adimensional)
- C': factor climático (adimensional)
- L': factor longitud equivalente del terreno (metros); y
- V: factor cantidad equivalente de cubierta vegetal (ton / ha)

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Factor I'

Este factor se obtiene de una tabla que presenta Figueroa *et al* (1991), mismo que parte de la clase textural del suelo predominante en su capa superficial es **arcillosa**, lo que corresponde al grupo 4 de erosionabilidad eólica llamada “**arcillas, arcilla limosa, franco arcilloso limoso calcáreos con más de 35% de contenido de arcilla**” lo que representa un valor **I' = 193 ton/ha/año**.

Factor K'

Este factor se obtiene mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$K_r = 1.5\ 748 * (h^2 / s)$$

Donde:

- Kr: equivalente de rugosidad (adimensional)
- h: altura de bordos (cm); y
- s: espaciamiento entre bordos (cm).

Este algoritmo es usado para obtener el factor K', el cual debe ser transformado mediante el uso de un gráfico creado para ese fin. Además se debe considerar que el cálculo de la erosión eólica a través de esta fórmula es propia solamente para cultivos agrícolas en surcos, más sin embargo, como la zona de interés presenta una vegetación forestal nativa no presenta ningún tipo de surco o bordo, por lo que **por definición se le asigna el valor de 1**.

Factor C'

El factor C' se obtiene de una tabla que presenta *Figueroa et al* (1991), que parte de una división del territorio nacional en 12 conglomerados climáticos. Para el caso de la isla de Cozumel, el conglomerado correspondiente es el **número 3**, y el valor calculado que se presenta corresponde a un **valor del 1% (0.01)**.

Factor L'

El factor L' es la distancia desprotegida a través del terreno, medida a lo largo de la dirección prevaleciente de la erosión eólica. Para el caso de la Isla de Cozumel, los vientos predominantes durante todo el año provienen del este y sureste. En este caso, el factor L' se debería de obtener de la relación de dos variables a través de la siguiente fórmula:

$$L = w \text{ Sec } A$$

Donde:

- W = Ancho de la faja del terreno en metros.
- A = es el ángulo de desviación de la dirección prevaleciente de la erosión eólica respecto a los ángulos rectos de la faja de terreno en grados.

Para este caso, el factor L' es igual a 0 debido a que el inmueble de interés se cubren de áreas cubiertas de vegetación arbórea por lo que de acuerdo con los descrito en el documento Agriculture Wind Erosion ⁽¹⁾ capítulo 7 “la distancia que es protegida por una barrera es igual a 10 veces la altura de dicha barrera, Por ejemplo, una hilera de árboles de 9 m de altura ubicada del lado desde donde sopla el viento reduce la efectividad de los mismos hasta en una distancia de 90 m”. Por lo tanto como no existen superficies expuestas al factor viento, por lo que el valor de factor L' es igual a 0.

¹ (*) http://www.wrapair.org/forums/dej/f/fdh/content/Ch7-Ag_Wind_Erosion_Rev06.pdf

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Factor V

Este factor corresponde con la cobertura que es propiciada por la distribución de la vegetación, la cual protege al suelo de los factores de erosión. Para su cálculo existen gráficas que permiten determinar su valor. Sin embargo, solo están desarrolladas para algunos cultivos y parten de su rendimiento en ton/ha. Es por ello que se ha asignado el **valor de 0** para el terreno natural y un valor de 1 el momento en el cual sea retirada la vegetación de la zona, lo cual representaría **la condición en la cual la erosión eólica alcance su máximo valor.**

Cálculo de la erosión eólica estimada

- 1) El valor que se denominará E1 es igual al valor que se obtiene de I', el cual es **193 ton/ha/año.**
- 2) E1 se multiplica por el valor K', **que es igual a 1**, por lo que al resultado se le denomina E2 (**E2 = 193 ton / ha / año**)
- 3) E2 se multiplica por el valor C', **que es igual a 1 por ciento (0.01)**, y al resultado se le denomina E3 (**E3 = 1.93 ton / ha / año**)
- 4) Debido a que su cálculo no está definido a partir de una operación simple, E4 se obtiene del uso de nomogramas especializados que Figueroa *et al.* (1991) presenta, el cual utiliza los valores de E2, E3 y el factor L'.

Tabla 6.11 Obtención del valor E4.		
Superficie sujeta a cambio de uso de suelo	Valores de L' (metros)	E4 (ton/ha/año)
Polígono	80.0	1.00

* Nota importante: Se considera a E4 con un valor de 1.00 ton/ha/año, ya que al realizar los pasos para su estimación, los posibles valores no se encuentran definidos en la escala mínima del nomograma.

- 5) Por último, el valor E5 que es el valor estimado de la erosión eólica en la zona se obtiene de otro nomograma de Figueroa *et al.* (1991), en donde se presentan líneas que representan las toneladas por hectárea de cobertura vegetal que pudieran existir en el predio (valores que van de los 0 a los 10,740 Kg/ha en intervalos de 895 kg) y necesita el valor de E4 como entrada en el eje horizontal. La intersección de la cobertura con el valor de E4 permite estimar el valor E5 al extenderse al eje vertical del nomograma.

En este caso y como se designó **V' = 0**, se tiene lo siguiente:

Tabla 6.12 Cálculo de la erosión eólica, cuando se remueva la vegetación.		
Superficie sujeta a cambio de uso de suelo	Factor V	E5 (ton/ha/año)
Polígono	1	1.00

* Para el valor E4, que es menor a 1.00 ton/ha/año y una cobertura V = 0 ton/ha, se obtendría un valor E5 más pequeño que E4. Sin embargo, el valor mínimo del nomograma es 1.00 ton / ha / año.

Ahora, para el caso de la situación actual del conjunto de predios motivo del presente estudio, mismos que se cubren por una vegetación de selva baja subcaducifolia, sea cual fuere su equivalente en la cobertura vegetal **V'** que pudiera obtenerse, sólo llegaríamos a un valor de erosión mucho más bajo, por lo que prácticamente se debe decir que la erosión eólica actual en la zona de interés **es de cero.**

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

En la **Tabla 6.13**, se presentan los valores de erosión para los diferentes estados en los que se encontrará el conjunto de predios a lo largo del proyecto. Para el caso de la condición actual del predio se consideró que la cantidad de vegetación equivalente correspondería a 130 kg (895 kg/ha) debido a que es el valor más pequeño de vegetación que puede evaluarse en el nomograma.

Tabla 6.13 Erosión eólica en las diferentes etapas del proyecto.				
ETAPA	POLÍGONO	SUPERFICIE (HA)	EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)	TOTAL (TON)
Sin perturbar	Polígono	10.37	0.00	0.00
Desmante	Polígono	10.37	1.00	1.01
Construcción	Condominio Club de buceo	10.37	0.00	0.00

De acuerdo con la tabla citada, se presentan distintas tasas de erosión eólica durante las diferentes etapas del proyecto. En la condición actual y después de aplicado el proyecto, existen obstáculos para que el viento ejerza una fuerza erosiva importante en dentro del conjunto de predios. Para el caso de la erosión cuando sea removida la vegetación, es considerado un valor mínimo estimado de pérdida de suelo más sin embargo, aun y cuando el predio se encuentre en estas condiciones la erosión eólica sería de un máximo de 1.01 ton/ha/año. Por lo que resultaría que prácticamente **no existe erosión eólica en el predio en ninguna etapa del proyecto.**

En conclusión, debido a las condiciones de textura, pendiente y tipo de sustrato, la pérdida de suelo es mínima. Además la pérdida por erosión cuando sea removida la vegetación tendría un valor de 1.01 ton/año de manera estimada y muy probablemente no alcance ese valor. En cualquiera de estas condiciones no existe erosión eólica en el predio. En relación a su grado, la FAO (2009) lo clasifica como erosión ligera con valores menores de 10 ton/ha/año, el cual es la clasificación más pequeña de su escala.

Por otra parte el proyecto llevará a cabo las medidas de mitigación y compensación como son: el establecimiento de áreas verdes 65.4% del conjunto de predios con suelo natural y vegetación típica de la región que permitirán la continuidad de la prestación del servicio ambiental protección y formación del suelo.

En relación al **deterioro de la calidad del agua**, se considera que por el desarrollo del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO₅),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo debido a su naturaleza cárstica. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Para el caso de la Isla de Cozumel, los estudios de su hidrología subterránea indican que se cuenta formalmente con un acuífero libre, mismo que se identifica con el número 2305. Además y de acuerdo con la más reciente actualización de disponibilidad de agua subterránea de la CONAGUA², se indica que alcanza los valores de carga y recarga que se muestran en la **Tabla 6.14**.

Tabla 6.14 Región Administrativa Península de Yucatán: Acuífero Isla de Cozumel.							
CLAVE	ACUIFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DEFICIT
		millones de m ³					
2305	ISLA DE COZUMEL	208.7	160.4	12.958558	8.2	35.341442	0.000000

R: Recarga media anual; DNCOM: Descarga natural comprometida; VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.

Los valores antes referidos, indican que aún existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones o asignaciones o incrementar el volumen de las ya existentes en el acuífero Isla de Cozumel. Por lo que el volumen máximo de agua subterránea que puede extraerse del acuífero es de 48.3 millones de metros cúbicos anuales, que corresponden a la recarga media anual que recibe el acuífero menos la descarga natural comprometida.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se habrán promover acciones que no comprometan la modificación en la calidad del agua como son:

1. En primera instancia se debe citar que en la zona donde se ubicará el proyecto de interés no existen pozos de captación, ni existe ningún asentamiento humano que requiera de la dotación de agua. Por lo que no existen situaciones a través de las cuales se pudiera ver comprometida la modificación en la calidad de agua del acuífero correspondiente.
2. Además y de acuerdo al diseño arquitectónico del proyecto, en ningún momento se llevará a cabo la apertura de pozos artesianos ni excavaciones a cielo abierto, a través de los cuales se pudiera enviar contaminantes hasta las capas profundas del subsuelo y acuífero.
3. Por otra parte y para evitar la contaminación de las aguas subterráneas, durante la etapa de construcción se llevará a cabo la adecuada disposición de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por lo que se habrá de contar con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, donde se habrán de confinar los desechos sanitarios, Además dichos sanitarios habrán de contar con el mantenimiento adecuada para su limpieza, conservación y la disposición final de dichas aguas. De esta manera, en todos los casos este servicio se llevará a cabo a través de contrato específico con alguna de las empresas proveedoras existentes en la Isla de Cozumel y que cuenten con la garantía específica de que todos los efluentes recolectados serán enviados a alguna planta de tratamiento de aguas residuales establecida en la Isla de Cozumel.
4. Durante la etapa de operación, las instalaciones del proyecto estarán conectas a la planta de tratamiento que será construida *ex profeso* por el propio desarrollo, por lo que se cumplirán con las Normas y parámetros que permitan hacer inocuos a este tipo de efluentes. Se debe referir que lo anterior ya ha sido autorizado por parte de la SEMARNAT, lo que se encuentra incluido dentro de la resolución 04/SGA/1657/12-5071 en materia de impacto ambiental.

² ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero isla de Cozumel, clave 2305, estado de Quintana Roo. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299571

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

5. De manera adicional, el desarrollo del proyecto habrá de generar residuos sólidos urbanos, por lo que se deberá aplicar un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se deberá contar con un espacio específico para su almacenamiento temporal; contenedores herméticos con tapa y bolsas plásticas para facilitar su desalojo; en el caso del combustibles y aceites, se deben almacenar en áreas específicas que cuenten con piso pulido de concreto, contenedores rotulados, señalamientos, etc.; A la vez que se habrá de llevar a cabo la separación y reciclamiento de los desechos para promover un segundo uso a los mismos; se contará con un programa de envío periódico de la basura al relleno sanitario de la Isla, etc.
6. Además se realizará mantenimiento preventivo periódico de la maquinaria y vehículos fuera de la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso del suelo, lo que debe corresponder con talleres especializados ubicado en la zona urbana, con el fin de evitar derrames de combustible, grasas o aceites. Así como el manejo adecuado de envases, piezas mecánicas y productos de embalaje
7. Bajo esta situación y en caso de algún derrame accidental de combustible, grasas, aceites y demás, se deberá retirar del sitio todo el suelo que pudiera estar contaminado. Además de que a estos desechos se les debe dar tratamiento como residuos peligrosos.
8. De manera adicional, es importante señalar que durante la construcción del proyecto se habrá de conservar una superficie de 6.77 Ha, de acuerdo a los indicado en los criterios del POEL de la isla de Cozumel por lo que estos espacios deberán estar cubiertos de vegetación natural de selva baja subcaducifolia, lo que contribuirá a la continuidad en la recarga natural del acuífero y a evitar la contaminación del agua. Adicionalmente, el proyecto no pretende llevar cabo ninguna actividad en las áreas identificadas como humedales.

Bajo este concepto, el proyecto no contribuirá de manera significativa al deterioro de la calidad del agua en la zona.

En relación a la **disminución en la captación del agua**, se considera que por el desarrollo del proyecto *Ampliación Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo* este servicio no se verá afectado negativamente. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de estas acciones se podrá garantizar que la continuidad de los procesos de infiltración natural del agua lluvia al subsuelo. Por lo que en primera instancia se deben hacer las siguientes consideraciones:

- a) En primer término se debe referir, que en el sitio del proyecto no existe ninguna población asentada, por lo que actualmente no se lleva a cabo la extracción de agua, ni existe ningún pozo para este fin. De esta manera actualmente el agua de lluvia que se precipita en la zona contribuye al sostenimiento de la vegetación natural, por lo que parte de ella se pierde a través de la evapotranspiración y otra más contribuye a la recarga del acuífero. Solamente que en este último caso, cuando el acuífero alcanza cierto nivel el agua comenzará a fluir de manera laminar hacia terrenos más bajos y en la mayoría de los casos enviando las aguas hacia el mar.
- b) Asimismo y de acuerdo con los estudios hidrológicos que se han realizado en la Isla de Cozumel con referencia al abasto de agua para la población, así como la localización, recarga y aprovechamiento del acuífero aprovechable (Amigos de Sian Ka'an, 2012; Diario Oficial de Federal, 2011), se reconoce que éste se ubica hacia la porción central de la Isla. Para estos espacios se ha determinado un polígono como zona de conservación, lo que corresponde con la UGA C1 de POEL de Isla de Cozumel. Por lo que en ellos se lleva a cabo

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

el uso restringido de los recursos y están a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado quien administra el suministro de agua. Al respecto, se debe referir que el sitio del proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 5 Km al suroeste de la porción sur polígono donde se considera como la recarga de acuífero útil de la Isla, por lo que bajo ninguna circunstancia se afectará el acuífero que abastece actualmente a la población de la Isla.

- c) Además y en relación a la dirección de los flujos subterráneos se reconoce que estos se generan desde la porción central de la Isla y aquellos que no son extraídos para su consumo fluyen radialmente hacia el mar. Lo anterior, indica que el agua que no ha sido aprovechada para consumo humano o animal finalmente se pierde de manera irremediable en las aguas del mar Caribe. Esta situación se puede constatar físicamente en la zona de humedales con manglar que se ubican en el frente de playa del Lote 43, en el cual durante la temporada de lluvias se colma de agua (por la que se precipita localmente y de flujos laminares que corren desde las zonas relativamente más altas), pero en la medida que el nivel sube la misma finalmente comienza a drenarse libremente hacia el mar por medio de pequeñas bocanas que se abren de manera natural debido a la propia presión que ejerce el agua que está contenida dentro el humedal, disponiendo (perdiéndose) la misma en las aguas del mar.



Foto 6.3 El humedal completamente deshidratado durante la temporada seca del año



Foto 6.4 Humedal colmado de agua producto de la precipitación pluvial



Foto 6.5 Dren natural a través del cual transfiere el agua del humedal hacia el mar

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- d) Por otra parte, aguas arriba de la zona de interés se lleva a cabo el uso de suelo para el desarrollo de la vida natural, por lo que no existen asentamientos humanos de importancia a no ser pequeñas rancherías y parcelas ejidales en un radio mayor a los 5 Km. Es por ello que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia, prácticamente no han sido modificadas previamente al planteamiento del proyecto. De tal manera que el agua de lluvia se infiltra libremente en terrenos naturales cubiertos de vegetación de selva mediana subperennifolia (centro de la Isla) y selva baja subcaducifolia (cerca de la franja costera).
- e) Aguas abajo de la zona de interés se encuentra el mar Caribe, por lo que tal y como se ha referido, el agua subterránea se habrá de transferir a este cuerpo de agua ya sea de manera subterránea o por el desborde de humedales y terrenos bajos, por lo que la misma se ha perdido de manera irremediable.
- f) En este sentido, el proyecto tan solo afectará una superficie de 1.01 Ha de terreno natural (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto), lo que representa tan solo un 0.0004% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en la Isla de Cozumel. Lo anterior con base en los trabajos de Romero-Nájera (2004), quien reconoce que existe una superficie del orden de 247,000 Ha (5.18% de la cobertura vegetal de la Isla) que se cubren de vegetación de selva baja subcaducifolia, a las que se le pueden sumar 1,100 Ha de vegetación de acahual (0.02%). Además de que adicionalmente se cubre una superficie de 3'105,100 Ha de selva mediana subperennifolia que representa el 65.14%, lo cual se representa en la **Tabla 6.15**.

Tabla 6.15 Tipos de vegetación en el municipio de Cozumel.		
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	ÁREA	
	(HA)	(%)
Acahual	1,100	0.02
Manglar	159,900	3.35
Manglar-Tasistal	73,600	1.54
Manglar-Tasistal-Vegetación de dunas costeras	68,400	1.43
Manglar-Tular	2,100	0.04
Mangle rojo	109,500	2.3
Mangle blanco	335,100	7.03
Selva baja subcaducifolia	247,000	5.18
Selva baja subcaducifolia-Manglar	23,500	0.49
Selva mediana subcaducifolia	3'105,100	65.14
Tasistal	18,900	0.4
Tasistal-Vegetación de dunas costeras	71,600	1.5
Vegetación de dunas costeras	6,300	0.13
Vegetación de dunas costeras-Manglar	10,400	0.22
Zonas antrópicas	355,700	7.46
Cuerpos de agua	178,400	3.74
TOTAL	4,766,600	100

De acuerdo con los datos anteriores, el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* no habrá de afectar de manera doloso la cobertura de la vegetación de selva mediana subperennifolia y baja subcaducifolia, ya que el conjunto de predios tan solo corresponde con 0.0004 % de la cobertura de este último tipo de vegetación. De esta manera, las afectaciones que implican disminución en la captación de serán de tipo puntual y localizada.

- g) Además el proyecto habrá de mantener como prioridad la cobertura vegetal en las zonas que no interfieren con el proceso constructivo lo que refiere una superficie 6.77 Ha lo facilitará la

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

infiltración del agua de lluvia.

- h) Finalmente y como se ha referido, el proyecto evitará la contaminación del manto freático mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, por lo que todos los desechos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello. Asimismo, en la etapa de operación se contará con un sistema de drenaje el cual deberá estar conectado a la planta de tratamiento de propio desarrollo.

Con el objeto de ser más precisos sobre la captación de agua en la zona y de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI (2002) y por la Estación Meteorológica Cozumel con clave 23-003, misma que cuenta con cerca de 50 años de observación, se reconoce que en la Isla se presentan precipitaciones del orden de los 1,504 mm anuales, lo que representa un volumen de orden de los 1.559 Mm³ de anuales para el conjunto de predios de interés. Asimismo, se debe considerar que en la zona se manifiesta una topografía sensiblemente plana por lo que no existen corrientes superficiales a través de las cuales se pudiera dar el escurrimiento o presentar avenidas que faciliten la pérdida intempestiva de agua que se precipita.

De acuerdo a lo anterior, al no existir corrientes superficiales en la zona, la porción del agua que se precipitación es absorbida por las plantas y los suelos, mientras que los excesos que se generan cuando se llega a saturar el terreno y se colma el bajo relieve fluyen de manera laminar hacia terrenos bajos y que en este caso se cubren de vegetación de humedales (con manglar, tulares, saibales, etc.), como los ubicados al norte del inmueble de interés o la propia zona de manglar ubicada hacia el costado noroeste del conjunto de predios. Por lo anterior, se considera oportuno efectuar el cálculo de la infiltración del agua para la zona de interés.

Metodología para el cálculo de la infiltración de agua en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

Asimismo, el escurrimiento se puede estimar a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de *K*, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo “B” que pertenece a los “suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, son algo más compactos que los correspondientes a los suelos “A” y son definidos como terrenos migajosos” y de uso de suelo clasificado como “Bosque, con una cobertura entre un 50 al 75%”.

Asimismo, cuando sea haya realizado el proyecto el terreno será considerado con un uso de “barbecho, áreas incultas y desnudas” y después, cuando se lleve a cabo el mantenimiento de la zona se considerará como “pradera permanente”.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

A cada uno de estos conceptos le corresponde un valor K , cuya estimación se obtiene aplicando el algoritmo siguiente:

$$C_e = K * \frac{(P-250)}{2000} + \frac{(K-0.15)}{1.5}$$

Donde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento
 k = Constante de tipo y uso de suelo
 P = Precipitación anual en mm

Se aplica esta ecuación debido a que de acuerdo con la Norma el valor de K es mayor que 0.15. Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Estimación de la infiltración de agua en el área sujeta para cambio de uso de suelo en las condiciones actuales en las que se encuentra el área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la que se dejaría de infiltrar por la remoción de la vegetación forestal.

Para el caso particular del proyecto se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación Cozumel (2012) con un valor de 1,504 mm anuales.

K = Para este caso se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los suelos;

Bosque cubierto del 50 al 75%	=	0.22
Barbecho, áreas incultas y desnudas	=	0.28
Con proyecto	=	0

El coeficiente de escurrimiento se calculó a partir de estos datos y resultó la siguiente estimación:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%

$$C_e = 0.22 * \frac{(1504 - 250)}{2000} + \frac{(0.22 - 0.15)}{1.5} = 0.22 * 0.627 + 0.046 = 0.1846$$

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas.

$$C_e = 0.28 * \frac{(1504 - 250)}{2000} + \frac{(0.28 - 0.15)}{1.5} = 0.28 * 0.627 + 1.570 = 0.2622$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural millones de m}^3 = \text{Precipitación de la cuenca en m} * \text{Área de afectación Km}^2 * \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores y se tiene como resultado lo siguiente:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%

$$VoIESC = 1.504 * 0.001 * 0.1846 = 0.000278 \text{ Mm}^3$$

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas

$$VoIESC = 1.504 * 0.001 * 0.2622 = 0.000394 \text{ Mm}^3$$

En relación a la infiltración, la norma no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - VoIESC$$

Donde:

I : Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)

P : Precipitación media anual en el área de interés (m^3),

Donde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (km^2)

E : Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Por lo tanto, los valores de escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

1) Bosque cubierto del 50 al 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.01512257 - 0.000278 = 0.014844932 = 14,844 \text{ m}^3$$

2) Barbecho, áreas incultas y desnudas (desmonte).

$$\text{Infiltración} = 0.01512257 - 0.000394 = 0.014728221 = 14.728 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, se debe de esperar que una vez que se haya realizado el desmonte de la vegetación, la infiltración en el sitio disminuirá la captación de agua en un volumen aproximado de 0.0116 m^3 anuales, es decir, un 0.78% menos del que se capta con la cobertura vegetal actual. No obstante, una vez ejecutado el proyecto se establecerán áreas permeables y áreas ajardinadas que en total representan el 65.4% de la superficie total del conjunto de predios.

Bajo este concepto, el proyecto no alterará de manera significativa la captación de agua en la zona.

VI.2. Justificación Económica

El estado de Quintana Roo presenta una marcada heterogeneidad en la distribución de la población y en donde la concentración de los núcleos urbanos está íntimamente asociada con las fuentes de trabajo y de servicios. Así y de acuerdo con el XIII Censo de Población y Vivienda del 2010 (INEGI, 2010), se tiene que el total de habitantes con los que cuenta la Entidad es de 1'325,578, de los cuales el 83.12 % se concentran en 20 localidades urbanas y el complemento, es decir, 223,758 personas (16.88%) se distribuyen en 2,147 localidades rurales.

Por otra parte, la concentración de la actividad económica regional en los espacios con vocación turística, ha producido una intensa polarización de la población: ejemplo de ello se tiene en la ciudad de San Miguel de Cozumel que concentró en el año 2010 una población total de 149,923 habitantes y mantiene una de las tasas más altas de crecimiento a nivel nacional. Además de que de acuerdo con estos datos, el motor del crecimiento poblacional además del turismo es el de la construcción, la cual es una actividad que en los últimos años ha ido creciendo de manera importante, ya que genera fuentes de empleo directo e indirecto que atraen a nuevos residentes y propician el arraigo de migrantes y desde luego la ampliación de la mancha urbana.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Asimismo, actualmente se tiene que la vegetación presente en el predio donde se desarrollará el proyecto, corresponde a una selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva con una importante cobertura forestal. La zona se ubica sobre la carretera costera sur que se ha convertido en un importante corredor turístico por lo que existe una fuerte presión para su desarrollo. Por ello, el proyecto considera la conversión de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas del proyecto) de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria, aunque también se aplicarán las medidas de mitigación correspondiente en las diferentes etapas que contempla el proyecto para su establecimiento. De esta manera, para realizar la comparación de los beneficios económicos que conlleva llevar a cabo el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales del predio en relación con el proyecto que se propone, se deberán atender las siguientes consideraciones:

- De acuerdo con las estimaciones realizadas sobre la diversidad de especies arbóreas, se ha encontrado que dentro de la selva baja con vegetación secundaria arbustiva y herbácea, que ocupan los inmuebles donde se establecerá el proyecto se distribuyen cerca de 22 especies de las cuales no todas tiene algún interés forestal y que son comúnmente conocidas como maderas duras tropicales con diámetros a la altura del pecho a partir de 10 cm y hasta un máximo de 27 cm, con un promedio de 12.5 cm. Además de que ninguno de los individuos se ubica por arriba de los 30 cm en DAP. Desde luego que estas dimensiones de tamaño indican que las especies muestreadas están por debajo de los 36 cm que se ha propuesto para efectuar el aprovechamiento forestal de este tipo de maderas.
- Asimismo, se debe referir que de acuerdo con los muestreos realizados, no se encontraron especies consideradas como preciosas como son: el cedro, caoba, siricote, etc.
- Que del total de las especies encontradas en el predio solamente el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) tiene valor en el mercado local.
- En el caso de las especies maderables existentes en el predio, se tiene que en promedio alcanzaron una altura total entre 2.5 y 10 m y los fustes son de forma irregular y con longitudes de 1 a 7 m. Además de que en su mayoría se encuentra bifurcados. Por lo tanto, su valor en el mercado local como madera para aserrío es escaso y mucho menos en el mercado internacional.
- De acuerdo a las características de las especies encontradas en el predio, se considera que por los diámetros y las alturas que éstas alcanzan, solamente se pueden comercializar como leña combustible y/o carbón vegetal, cuya elaboración en muchas situaciones es una actividad poco rentable.
- El volumen maderable estimado que se habrá de remover en el inmueble de interés fue de 7.36 m³vtr, lo que incluye un total de 22 especies y que de poderse aprovechar se tendría una percepción económica de alrededor \$ 3,643.201 pesos. Por lo que si se logrará realizar el aprovechamiento en una sola fase extractiva (es decir en un solo año), el siguiente ciclo de extracción para obtener la misma cantidad de dinero habría de ocurrir dentro de siguientes 25 años. Por lo que en realidad el valor de los recursos forestales maderables puede tasarse en tan solo \$ 145.72 pesos anuales.
- De manera adicional a lo expuesto en el punto anterior, se debe considerar que para efectuar el aprovechamiento inicial y los subsecuentes en un ciclo de 25 años, implica la necesidad aplicar gastos en mano de obra, tramitación de permisos y Servicios Técnicos Forestales y la vigilancia del predio, mismos que se incrementarán en función de la situación económica de cada ciclo. Es por ello que a la actividad no se considera rentable en términos económicos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Además, la generación de empleos producto de la actividad forestal en el conjunto de predios estudiado es mínima, en virtud de que para la extracción de palizada sólo se requieren de tres a cinco personas cuya actividad es temporal, ya que las características de la vegetación no permiten una extracción permanente.
- Por otra parte, considerar la elaboración de un Programa de Manejo Forestal para el aprovechamiento de este recurso en términos económicos, no resulta en la obtención de ganancias, dados los costos de los estudios forestales y de los trámites de los estudios en Materia de Impacto Ambiental. Si a lo anterior se agrega la presencia legalmente obligada de un Técnico Forestal cuyos servicios oscilan entre \$10,000.00 y \$15,000.00 pesos mensuales para dar seguimiento al Programa, resulta, por lo tanto, que los costos de ejecución serían mayores a los beneficios económicos que, desde la perspectiva forestal, pudiera proporcionar el predio estudiado.
- Por otra parte, la estimación económica del valor integral de los recursos biológicos forestales de los inmuebles de interés alcanza un valor aproximado de \$ 21,390.04 pesos. No obstante dentro de este concepto se encuentra incluido el aprovechamiento de especies de fauna que se incluyen dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo cual desde luego que no es posible llevar a cabo y que le quita el valor a los recursos naturales.
- Por lo anterior y tomando en consideración lo indicado en los instrumentos de planeación aplicables para la Isla de Cozumel, el establecimiento del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, habrá de generar lo siguiente:
 - La oferta en el área inmobiliaria en apoyo a la creciente demanda de espacios destinados al turismo ubicados hacia la franja costera suroeste de la Isla de Cozumel.
 - Una infraestructura que permitirá el crecimiento ordenado del sector en la Isla de Cozumel.
 - La generación de empleos a un sector específico como lo es el ramo de la construcción a través de las distintas etapas de desarrollo del proyecto.
 - La integración de la oferta para el descanso y recreación, impulsando el establecimiento de todos los servicios básicos.
 - La adecuada dotación de servicios públicos y su envío a sitios de tratamiento que contribuirá a evitar la contaminación del aire, agua y suelo.
 - Impedimento al desarrollo de cinturones de miseria que son propios de las grandes ciudades y de las cuales no está exento el municipio de Cozumel.

Por lo anterior, se tiene que desde la etapa preparación del sitio y construcción del proyecto, serán requeridos de la participación directa de empleos temporales dependiendo de la etapa de construcción de la obra.

Adicionalmente, otras actividades diversas como la agropecuaria no serían redituables por el tipo de terreno y por su incompatibilidad prevista en el Programa Ordenamiento Ecológico de la Isla de Cozumel. Sin embargo, la necesidad de implementar un área para el manejo adecuado de los residuos sanitario que se generan de la localidad es necesaria para el adecuado crecimiento de la zona por lo que es una actividad mucho más viable desde el punto de vista económico por lo que el uso urbano tiene mayores beneficios.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Finalmente tenemos que para la construcción de los elementos que integrarán la construcción del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se requerirá de una inversión total del orden de **\$ 243'576,903.00** pesos M.N. De esta forma, desde la etapa de preparación y construcción serán requeridos materiales de construcción y servicios diversos que ocasionaran una derrama económica también importante para el municipio.

De acuerdo con lo anterior, en este caso se puede concluir que la inversión que promoverá el proyecto, es de mucho mayor valor y cuantía que llevar a cabo el aprovechamiento de los recursos forestales que actualmente se distribuyen en el sitio.

VI.3. Justificación Social

En la Isla de Cozumel el turismo representa la principal actividad económico-productiva, por lo que ha sido catalogada como un destino de sol y playa; ya que ofrece una gran diversidad de atractivos y actividades de diversas índoles. Además la Isla ha sido clasificada como uno de los lugares más populares en el mundo del buceo y de las actividades acuáticas y subacuáticas, por lo que forma parte del sistema de arrecifes de coral más grande de América. Ante esta perspectiva, las actividades económicas del Municipio se distribuyen de la siguiente manera:

- Sector Primario: 20.3% de la población, dedicados a la agricultura, ganadería, caza y pesca.
- Sector Secundario: 1.5 %, quienes se dedican a la Industria manufacturera, construcción, electricidad.
- Sector Terciario: 78.2%, donde el comercio y turismo son los ejes rectores.

Con relación a la estructura, composición y funcionamiento urbanísticos en la Isla se tiene:

- La ubicación de la ciudad y cabecera municipal San Miguel, que se ubica en el punto medio-este del litoral insular, mientras que los equipamientos e instalaciones urbanas y turísticas se encuentran anexos a las principales vías de comunicación como es la Carretera Costera Sur y la Carretera Transversal.
- Las zonas consideradas como rurales y áreas silvestres o de preservación natural, se ubican hacia la parte central de la Isla, donde prevalece una topografía sensiblemente plana, en su totalidad. Para toda esta zona se manifiestan fuertes restricciones para llevar a cabo actividades de aprovechamiento.
- La ciudad cabecera municipal se estructura en una serie de ejes compositivos y vialidades primarias, que inician al sur a partir del Puerto Marítimo y Centro de Servicios; hasta encontrar al Aeropuerto Internacional en la parte Norte. El resto del conjunto urbano-insular se integra por una serie de asentamientos urbanos incipientes y turísticos, de áreas rurales y naturales e infraestructura urbana correspondiente, la mayoría de ellos ubicados de manera paralela a la Carretera Costera Sur y a la Carretera Transversal.

De acuerdo con lo antes citado, una de las principales justificantes para la edificación del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, está cimentada en la ubicación sobre la carretera costera sur sitio donde se ubican importantes desarrollos turísticos y en un espacio de las características adecuadas al concepto arquitectónico.

Adicionalmente, se debe considerar el crecimiento estimado que se habrá de registrar en la zona norte de Quintana Roo y, en especial, para la Isla de Cozumel en los próximos años. Por lo que de

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

acuerdo con los estudios de caracterización realizados, para la Isla este crecimiento alcanza una tasa media anual del 7.1% (Segrado, R. *et al.* 2008). Por ello, los requerimientos de la mejora de los servicios e instalaciones será uno de los objetivos para contrarrestar los rezagos que se tiene en la actualidad.

Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de la Visión 2016 que *Quintana Roo sea un estado con un desarrollo sostenible económico, social y ambientalmente, competitivo y equitativo en el desarrollo de sus regiones*. Por lo anterior, el proyecto que se propone a través del presente DTU para el cambio de uso del suelo, se establecerá en la zona norte de Quintana Roo en lo específico en la Isla de Cozumel, la cual está incluida dentro de las áreas que mantienen una las economías y demografías más dinámica en el país, misma que está sustentada principalmente en el sector terciario.

Además, la Isla de Cozumel cuenta con litorales y atractivos naturales e históricos, propios para el desarrollo de las actividades turísticas. Por ello los registros indican que para el 2013, arribaron dos millones 461 mil 813 turistas vía crucero, lo que significó una importante derrama en el sector. Por lo que se confirma la preferencia de los mercados internacionales y la su consolidación de esta zona como un multidestino líder a nivel nacional e internacional, con altos estándares de calidad y competitividad que lo posicionan a la vanguardia de las exigencias de los diversos segmentos turísticos, ofrece una diversidad de productos y servicios que aunados a una infraestructura integral de alto nivel fortalece y amplía las ventajas de la actividad turística en el territorio estatal.

Acorde a la normatividad ambiental vigente, la sustentabilidad debe ser el eje rector de la política turística, a la vez que garantiza el desarrollo equilibrado de los destinos en apego al cuidado del medio ambiente y sus ecosistemas. Por lo que se deberá trabajar en el diseño de estrategias que permitan la diversificación de la oferta turística mediante proyectos de turismo alternativo en las comunidades rurales y pesqueras como una alternativa viable para lograr el desarrollo integral del estado a través de la diversificación de las actividades económicas de estas zonas.

La calidad de los servicios tiene un papel fundamental en la solidez y fortaleza de los destinos, lo que ha mantenido la fidelidad de los viajeros y ha hecho que Quintana Roo sea un destino altamente recomendable. La capacitación de los recursos humanos del sector con la coordinación de actores nacionales e internacionales posiciona al estado como líder en la calidad de los servicios turísticos.

De esta manera, es necesario desarrollar una política para fortalecer el papel del sector turístico como detonante del desarrollo local, un impulso a la infraestructura y capacitación de los prestadores de servicios y mejorar las condiciones de vida, de esta forma es como se pueden garantizar resultados con beneficios para todos los quintanarroenses. Ante esta perspectiva el proyecto de edificación del *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso del suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera el proyecto habrá de:

- a) Promover la diversificación en las actividades turísticas y contribuir a la mejora de los estándares de vida en la Isla de Cozumel y zona norte de la Entidad en lo general.
- b) En este sentido, permitirá contar con un destino bajo la modalidad de oferta inmobiliaria y de recreación.
- c) Permitirá la dotación de una infraestructura acorde a los criterios del desarrollo sustentable, favoreciendo con ello el crecimiento de las poblaciones de la zona.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- d) Se complementará y contribuirá al fortalecimiento de la identidad e integración social de la población, estructurando un desarrollo con personalidad y carácter que asegure la calidad de vida de la población.
- e) La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona.
- f) Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio de Cozumel, al gobierno estatal y federal.
- g) Además se busca complementar una planeación de servicios turísticos hacia los sectores de altos ingresos, con lo cual fundamenta la necesidad de complementar los servicios hacia mercados de alto potencial tanto en México, Estados Unidos como en Europa, y estratégicamente permitir un desarrollo que articule las aspectos de empleo, vivienda, turismo y cuidado ambiental, orientando la planeación a la mejora del nivel de vida de la ciudadanía en general.

Finalmente, se manifiesta que además de la generación permanente de empleo por parte del sector, se realizará en el abastecimiento de insumos materiales, alimentos y servicios diversos. Por lo que estos impactos positivos y contribuirán a la mejora del bienestar social y la satisfacción de los servicios de manera importante en la población residente del Municipio de Cozumel.

CAPÍTULO VII

MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE LA OBRA

CONTENIDO

VII.1 Medida de Mitigación y compensación	2
VII.2. Información necesaria para la fijación del monto para fianzas.	13
VII.3. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del CUS.....	17

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN CADA UNA DE LAS DIFERENTES ETAPAS.

En el presente capítulo, se describen las acciones que se deberán llevar a cabo con el objeto de poder minimizar o reducir los efectos e impactos sobre los elementos del ambientales en las distintas fases del proyecto *Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*, que se desea establecer en un conjunto de predios ubicados a la altura del kilómetro 11+445.9 de la carretera costera sur de la Isla de Cozumel. Es por ello que las medidas a aplicar han sido ordenadas de acuerdo con la etapa del proyecto en que tendrá su aplicación sea ésta la de Preparación del sitio (P), Construcción (C) u Operación y mantenimiento (O). Asimismo se reconoce que algunas de ellas aplican a todas las etapas, entendiéndose que en algunos casos corresponden a toda la vida media del proyecto.

VII.1 Medida de Mitigación y compensación

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	I. USO DE SUELO. DESLINDE DEL TERRENO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥	¥	Se deberán respetar los linderos de inmuebles donde se desea ubicar el proyecto <i>Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo</i> , con ello se evitarán afectaciones a las propiedades aledañas. De esta manera, se espera que las actividades a realizar se circunscriban exclusivamente a la superficie de 103,713.927 m ² (10.37 Ha) que es la superficie total de los inmuebles de interés. Además se deberá respetar: <ul style="list-style-type: none"> • Se deberá desplantar la ampliación del proyecto dentro de las 1.01 Ha propuestas a través del presente documento y las autorizaciones que sean emitidas por la SEMARNAT. • Se deberá considerar que existe un autorización previa para el uso de 2.58 Ha. Por lo que no se deberá rebasar el C.O.S. conjunto de 34.6% • Se deberá respetar el calendario de obra que incluye un escenario de 10 años para su construcción. • Se deberá respetar las 6.77 Ha que integran las áreas verdes del desarrollo, tal y como se refiere en el POEL del municipio de Cozumel. 	- Verificación del avance de la obra mediante la actualización constante de los levantamientos topográficos.
¥	¥		Se deberá llevar a cabo la edificación de la obra acorde a los planos autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano, del H. Ayuntamiento de Cozumel y se evitará la modificación del proyecto utilizando materiales no adecuados al diseño arquitectónico.	- Revisión de la planimetría creada para el desarrollo del proyecto. - Verificación topográfica del avance de la obra.
¥	¥		De ser necesario se deberán colocar balizas, estacas, y en caso necesario, un tapial en todo su derredor de los sitios donde se llevarán a cabo el desplante de las edificaciones del proyecto, para que sirvan de guía a los operadores de maquinaria pesada que realizarán el despalme del terreno, se evite la dispersión de polvo, se mitigue el ruido. Además de que se respete las áreas naturales dentro del predio, así como las propiedades aledañas al sitio del proyecto.	- Verificación topográfica del avance de la obra. - Colocación física y visible de señalamientos del área desplante de los elementos del proyecto. - Verificación del funcionamiento de tapiales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	2. EMISIÓN DE GASES Y LEVANTAMIENTO DE POLVOS.	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza y/o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que se deberá proveer una estufa de 4 quemadores que usará gas butano, siendo los gases resultantes dióxido de carbono (CO ₂), Dióxido de Nitrógeno (NO ₂), Agua (H ₂ O). Lo cual no representando ningún peligro ya que el área es abierta existiendo ventilación que se ve favorecida por los vientos dominantes. Si se llegase a colocar algún tipo de chimenea o extractor de humos, deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Platicas de concientización con los trabajadores. - Colocación de letreros alusivos.
	¥		Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los desechos, materiales de construcción, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con un Programa de mantenimiento preventivo - Se deberá contar con facturas de reparaciones de talleres externos, - Supervisión en campo.
	¥		Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que surten de materiales al proyecto que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del predio e instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Platicas de concientización con los trabajadores. - Colocación de letreros alusivos.
	¥		Los materiales pétreos como grava, arena y polvo de piedra, durante su transporte al sitio deberán estar cubiertos con una lona y/o ser transportados en húmedo para evitar la dispersión de partículas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	¥		El almacenamiento de cemento, cal, etc., deberá ser en lugares cubiertos para evitar que sobrantes puedan ser dispersados por el viento.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona - Documentación fotográfica.
	¥		De ser necesario, durante la conformación de terraplenes y andenes de acceso y de las áreas que sean desmontadas, se deberá humedecer el material para reducir el incremento de polvo en el aire.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	¥	¥	Se limitará la velocidad de los vehículos a 10 km/h en la zona de construcciones. Asimismo, durante la fase de operación del proyecto, se deberá limitar la velocidad en la entrada de acceso a 10 km/h y en las vías secundarias no se debe circular a más de 40 km/h. acciones que evitara el levantamiento de polvo de áreas descubiertas	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
¥	¥	¥	Para evitar que los diversos residuos sólidos generados por los obreros y empleados contaminen el lugar, deberán existir depósitos para basura en todas las áreas de trabajo. Estos recipientes deberán contar con tapas de balancín y capacidad mínima de 40 Kg, Cada recipiente deberá estar provisto de asas que permitan su fácil transporte, vaciado y estar contruidos de material impermeable o de fácil aseo. Asimismo, los desechos se enviarán al lugar que indique las autoridad competente, o bien, al relleno sanitario de la Isla de Cozumel	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Se tendrá cuidado al cargar los camiones encargados del transporte del material de limpieza del predio, para evitar daños en la vegetación por conservar o proteger, en especial las áreas verdes que deberá contar el proyecto. Así como las propiedades aledañas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
¥	¥		Los residuos resultantes del desyerbe de la vegetación deberán ser picados y triturados para generar composta útil en las labores de jardinería, en caso de que existieran sobrantes pueden ser trasladados al lugar que indiquen las autoridades competentes y por ningún motivo deberán de ser quemados en el sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona y documentación fotográfica.
¥	¥	¥	Se recomienda el reciclaje de materiales como son: latas de aluminio, cartón, papel, etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Exhibición de facturas.
		¥	De manera cotidiana se generarán residuos sólidos por la limpieza de las áreas habitacionales y de esparcimiento, por lo que se recolectarán los residuos en depósitos rotulados para facilitar su separación y reciclamiento, si hay necesidad de su almacenamiento será en un sitio específico y adecuado para ello. La disposición será de acuerdo a lo que dictamine la autoridad competente o se enviarán al relleno sanitario de la Isla de Cozumel.	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo al manual del Organismo Operador.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
	¥		Los residuos propios de la construcción como son cascajo, pedacería de bloques, sobrantes de mezclas de concreto, etc., deberán ser reutilizados como relleno para las banquetas, andadores y vialidades de acceso. Si hay la necesidad de retirarlos de la zona de construcciones, deberán ser dispuestos en el sitio que la autoridad competente determine para ello.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	De manera cotidiana se generarán residuos sólidos por las actividades de mantenimiento y uso de las instalaciones en especial en la zona del embarcadero, por lo que se recolectarán los residuos y se dispondrán en el sitio que la autoridad competente disponga.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de señalamientos. - Se debe incluir especificaciones en un manual del organismo operador.
		¥	Se deberá concienciar a la plantilla laboral del adecuado manejo de los residuos sólidos, puesto que estos pueden ser focos o infección y trasmisión de enfermedades.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos. - Platicas alusivas.
4. GENERACIÓN DE RESIDUOS SANITARIOS				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Se deberá de instalar sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de 1 por cada 25 trabajadores de obra. Los cuales recibirán mantenimiento periódico (se tiene previsto por lo menos tres veces por semana). Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación al aire libre.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Platica de concientización con trabajadores. - Documentación fotográfica. - Exhibición de facturas de renta.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	4. GENERACIÓN DE RESIDUOS SANITARIOS.	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
≠	≠		Como medida sanitaria, dichas instalaciones deberán contar con un recipiente de plástico para que sean depositados los papeles y desechos sanitarios y bajo ninguna circunstancia se permitirá que su capacidad sea rebasada. También toda fuga proveniente de los inodoros, mingitorios o lavabos deberá ser reparada de manera inmediata.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
≠	≠		Se recomienda supervisar al personal de construcción, para hacer uso de los sanitarios por medio de la colocación de señalamientos en sitios adecuados.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	≠		En caso de existir fecalismo a ras del suelo se deberá encalar de inmediato, recolectar las heces fecales previamente encaladas y depositadas en el sistema de tratamiento de aguas residuales existente.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
	≠	≠	Se deberá concienciar a la plantilla laboral del correcto uso de los sanitarios y la necesidad de mantener el terreno libre de desechos sanitarios, puesto que estos pueden ser focos o infección y transmisión de enfermedades. En la etapa de operación, deberán continuar con la aplicación de estas medidas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
5. AFECTACIONES A LA VEGETACIÓN TERRESTRE				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
≠	≠	≠	Durante todas las etapas del proyecto se evitará llevar a cabo el desmonte de la vegetación selvática y humedales en áreas que no hayan sido autorizadas, por lo que se debe supervisar la conservación de las 6.77 Ha de áreas verdes naturales que contará el desarrollo en su conjunto. Por lo que solo se aceptará el aprovechamiento de los espacios requeridos para realizar el desplante de las obras que se habrán de realizar.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
≠			Previo a la preparación del sitio se deberá contar con un programa para Colecta Selectiva de Flora con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para llevar a cabo el rescate del mayor número posible de las mismas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Creación de un vivero temporal.
		≠	Las acciones de reforestación y ornato se realizarán de manera preferente durante el período de lluvias, para aumentar el porcentaje de sobrevivencia y ahorro de agua. Asimismo se deben atender las disposiciones para la siembra y cuidado de los árboles, emitida por la autoridad ambiental competente.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
≠	≠		Se tendrá cuidado al cargar los camiones encargados del transporte del material obtenido en la limpieza del terreno, para dañar la menor superficie posible de vegetación por conservar o proteger, ubicada de manera aleadaña al sitio de desplante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	5. AFECTACIONES A LA VEGETACIÓN TERRESTRE	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	¥		Durante la fase de construcción la superficie desmontada deberá permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento, la erosión y la reflexión de los rayos solares.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	En la actividad de jardinería se deberá evitar el sembrado de las siguientes especies: <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> , <i>Melaleuca quinquenervia</i> , <i>Colubrina asiatica</i> , <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Gmelina</i> sp., <i>Ficus</i> sp., <i>Delonix regia</i> y <i>Terminalia cattapa</i> , las cuales están catalogadas como especies introducidas o exóticas. Por ello sólo se reforestará con flora nativa, con estatus o la autorizada por la Dirección de Ecología Municipal.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	En las áreas libres verdes del proyecto se deberá sembrar solo elementos de la flora nativa o con estatus de conservación como las especies: ceiba (<i>Ceiba aesculifolia</i>), chaca (<i>Bursera simaruba</i>), chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), sak-nicte (<i>Plumeria obtusa</i>), palma de huano (<i>Sabal yapa</i>), palma chit (<i>Thrinax radiata</i>), tzalam (<i>Lysiloma latisiliquum</i>), etc.	- Supervisión física de la zona. - Elaboración de inventarios. - Documentación fotográfica.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
		¥	Para las áreas verdes incluidas en el proyecto que requieran ser reforestadas después de la etapa de construcción, deberá hacerse con las especies rescatadas del mismo predio o por las autorizadas por la Dirección de Ecología Municipal.	- Supervisión física de la zona. - documentación fotográfica. - Operación de un vivero temporal.
		¥	Se deberá llevar a cabo un programa de restauración de las áreas que se hayan afectado por el proceso constructivo, lo que incluye la reforestación de andadores, alrededor de los módulos habitacionales, jardines, accesos a la zona de playa, etc.	- Supervisión física de la zona. - documentación fotográfica. - Verificación topográfica del avance de la obra.
6. AFECTACIÓN A LA FAUNA SILVESTRE.				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Se limitará la velocidad de los vehículos a 10 km/h en la zona de construcciones, para evitar el aplastamiento de la fauna silvestre de lento movimiento que se pudiera desplazar por la zona.	- Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
¥	¥	¥	Las acciones de limpieza se deberán realizar por etapas de tal forma que la fauna silvestre del predio no se vea afectada drásticamente y se permita su desplazamiento a los predios aledaños.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥	¥		En las áreas que se vayan a afectar, se deberá revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Se deben evitar disturbios a sitios de anidación de aves u madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.	- Supervisión física de la zona.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
¥	¥		Previo a la preparación del sitio se deberá contar con un programa para <i>Reubicación de Fauna</i> , con el fin de rescatar o azuzar a la fauna presente, propiciando su desplazamiento a sitios aledaños, haciendo énfasis en el rescate de los individuos de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	- Exhibición del documento técnico específico. - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	6. AFECTACIÓN A LA FAUNA SILVESTRE.	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
≠	≠	≠	Durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto no se permitirá alterar, molestar o atrapar los ejemplares de fauna silvestre que se encuentren en el sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
≠	≠	≠	Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna terrestre presente en el sitio. Asimismo, se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
≠	≠		Se deberán llevar a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra, en donde planteen los señalamientos de evitar molestar a las especies de fauna silvestre que puedan deambular por la zona.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
7. RUIDO POR EL USO DE MAQUINARIA PESADA, TRÁFICO DE VEHÍCULOS, ETC.				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
≠	≠		La contaminación sonora se generará principalmente por la operación de maquinaria y vehículos que trasladen materiales de construcción y desechos, mismos que deberán contar con mantenimiento periódico que incluya afinación mayor y reemplazo de piezas o partes defectuosas con la finalidad de apegarse a los niveles de ruido permitidos en la norma oficial mexicana respectiva y a lo establecido en materia legal. Además deberán exhibirse comprobantes de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Facturas de talleres externos. - Supervisión en campo.
≠	≠		La maquinaria y camiones de volteo deberán contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos que es de 86 dB(A).	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
≠	≠		Se respetará en todo momento los tapiales de la zona de construcciones que contribuya a minimizar la emisión de ruido. En casos extremos, éstos deben tener una altura de 3 m.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	≠		Solo se laborará con luz del día, a fin de minimizar los ruidos generados por la revolvedora, vibrocompactadora, compresora, martilleo, taladros, etc. En cuanto a los vehículos automotores de carga sólo descargarán lo permitido por el reglamento de Tránsito Municipal, por lo tanto el ruido deberá ubicarse por debajo de los niveles permisibles los cuales marcan 86 decibeles.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		≠	Quedará prohibido el ascenso y descenso de pasaje con embarcaciones a la deriva, sin amarre y con motor encendido.	<ul style="list-style-type: none"> - Se colocarán señalamientos alusivos.
8. AFECTACIONES AL PAISAJE				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
≠	≠		Se deberán respetar la zona de conservación de la vegetación mediante la colocación de barreras perimetrales de carácter natural hacia las vialidades de acceso y carretera costera sur. Así como la colocación de tapiales en sitios de obra, la cual a su vez funcionará a manera de barrera que permita minimizar la emisión de ruidos, polvos y cambios visuales en las formas escénicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona y documentación fotográfica - Verificación topográfica del avance de la obra.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	8. AFECTACIONES AL PAISAJE	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	¥		Solo se podrán hacer excavaciones del terreno hasta la profundidad que marca el proyecto, con el fin de evitar la remoción innecesaria de este material y de manera tal que se asegure la estabilidad de las construcciones. Asimismo, se evitará dañar las capas profundas del subsuelo o el mismo manto freático.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
¥	¥		Los productos maderables que se habrán de utilizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del embarcadero deben provenir de establecimientos que cuenten con las autorizaciones correspondientes en materia de aprovechamiento forestal.	<ul style="list-style-type: none"> - Facturas de adquisición de pilotes y tablonés
¥	¥		Los materiales que se utilicen durante las etapas de preparación del sitio y construcción deben provenir de bancos de material que cuenten con las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> - Facturas de adquisición de agregados.
	¥		El material de despalme que origine el trazo de la obra, puede emplearse como sucedáneo de tierra vegetal, con lo cual se reducirá el impacto sobre el suelo de la zona y se mejoran las áreas verdes ajardinadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	En la etapa de operación se deberán llevar a cabo la aplicación de un programa de acciones que favorezcan la conservación de las barreras perimetrales naturales a lo largo de las vías carreteras y accesos, la restauración de los espacios afectados, a fin de favorecer mejores efectos paisajísticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Verificación topográfica del avance de la obra.
¥	¥	¥	Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al agua y suelo natural. Los residuos peligrosos generados (materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos. Por lo que se deberá habilitar un sitio para resguardo de residuos peligrosos, el cual estará delimitado, impermeabilizado, con circulación de aire y con techo; que cumpla con los requerimientos del reglamento en la materia.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥	¥	¥	Manejo apropiado de los residuos sólidos que se generen, para evitar la proliferación de fauna nociva.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona y documentación fotográfica.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
	¥		La construcción del proyecto se deberá llevar a cabo dentro del plazo mencionado en el Programa de Obra, para recuperar el paisaje modificado por el componente urbano y limitar el transporte de polvos por el viento y la erosión.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Verificación topográfica del avance de la obra.
9. AFECTACIONES AL SUELO				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
	¥		El material que se emplee para el relleno y compactación de la construcción, deberá ser descargado directamente sobre las áreas proyectadas al remover la tierra y por ningún motivo se acumulará sobre los suelos o vegetación adyacente.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	9. AFECTACIONES AL SUELO	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
	≠		El almacenamiento de agregados deberá realizarse en lugares específicos, para evitar su dispersión en caso de lluvia fuerte.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	≠		Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada y equipos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en el almacén se dispondrá de un área con borde de 15 a 20 cm correctamente impermeabilizada con cemento finamente pulido en donde se dispondrán los tambos de acero o bidones plásticos con combustible.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	≠		El suelo que se remueva durante el despalme, zanjeo, hincado de pilotes, etc., deberá ser aprovechado integralmente, podrá permanecer en el sitio del proyecto y ser extendido en los costados del mismo para mejorar las condiciones actuales. Además de que en caso de que existan excedentes este podrá ser trasladado al sitio que indique la autoridad ambiental correspondiente y con el mismo objetivo.	- Supervisión física de la zona - Documentación fotográfica.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
		≠	Todos los espacios que se encuentran descubiertos de vegetación deberán ser reforestados empleando únicamente plantas nativas y propias del ecosistema de selva baja subcaducifolia.	- Actualización constante del avance de obra. - Supervisión física de la zona - Documentación fotográfica.
≠	≠	≠	Durante todas las etapas del proyecto se promoverá la formación de composta para aprovechar y reciclar los productos orgánicos que se generen en la zona. El materia terrígeno resultante podrá ser utilizado para mejorar el sustrato en las áreas que deban ser reforestadas y ajardinadas	- Supervisión física de la zona - Documentación fotográfica.
10. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
≠			Se deberá respetar cabalmente el C.O.S. determinado por el POEL de Isla de Cozumel que es de 35% para con ello favorecer los procesos naturales de infiltración y con ello mantener la hidrología en la zona de interés.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Verificación topográfica del avance de la obra
≠	≠		Se deberá de instalar sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de 1 por cada 25 trabajadores de obra. Los cuales recibirán mantenimiento periódico (se tiene previsto por lo menos tres veces por semana). Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación al aire libre para evitar fomentar el fecalismo al aire libre.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	≠		Se evitará preparar las mezclas asfálticas en el sitio, con la finalidad de disminuir el riesgo de escurrimientos de hidrocarburos a las zonas aledañas.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	10. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Con la finalidad de prevenir la posible contaminación del agua marina, se deberá tener especial cuidado en el manejo de los combustibles y lubricantes que se empleen durante las distintas etapas, con el propósito de evitar posibles derrames accidentales dentro del sitio del proyecto. Como se ha citado, con estas acciones se evitara afectar la calidad del agua y los usos sean más productivos a largo plazo.	- Supervisión física de la zona y documentación fotográfica.
¥	¥	¥	De ser necesario se deberá delimitar por medio boyas y muertos la zona para el tránsito de embarcaciones para evitar bajos fondos. Lo que evitará el golpeteo de las propelas y la generación de sedimentos que contaminen la columna de agua	- Supervisión física de la zona y documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	¥		El material con el que será sustituido el suelo deberá tener la capacidad de permitir el paso del agua a través de sí mismo, de manera similar o igual al suelo extraído.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	¥		Para la colocación de los servicios (agua, energía eléctrica, drenajes y estructuras) se excavará exactamente a la profundidad requerida por el proyecto para no dañar zonas más profundas o el mismo manto freático.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Verificación topográfica del avance de la obra.
		¥	El material de relleno no podrá ser abandonado en las orillas de vialidades y áreas verdes, ya que ocasionará el azolve de drenajes pluviales o alterará el patrón de escurrimiento en la zona.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	Se deberá contar con canalizaciones desde las azoteas de los edificios para conducir el agua de lluvia a depósitos construidos <i>ex profeso</i> para el almacenamiento del agua	- Implementación de obras de canalización. - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥	¥		Se evitará preparar mezclas de solventes y pinturas a lo largo del embarcadero, con la finalidad de disminuir el riesgo de escurrimientos y derrames accidentales a la zona marina adyacente. A través de estas acciones se evitara afectar la calidad del agua.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
	¥		La remodelación o construcción de los pozos de absorción, se deberá llevar a cabo de acuerdo a los lineamientos de Comisión Nacional del Agua.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	Se deberán revisar de manera periódica las condiciones de los pozos de absorción para limpiar cualquier tipo de basura que obstruya la circulación del agua, tomando en cuenta las medidas necesarias para evitar la contaminación del agua subterránea.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
11. AFECTACIONES A LA VEGETACIÓN MARINA				
¥	¥		Estarán prohibidos los dragados del fondo marino lo que evitará afectaciones a la flora arraigada en el mismo	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	12. AFECTACIÓN A LA FAUNA MARINA	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥			En la zona marina por medio de buceo se realizarán labores de búsqueda de fauna marina en cada sitio donde serán hincados los pilotes del embarcadero de madera; en caso de detectarse algún organismo de rápido desplazamiento, simplemente serán guiados fuera del área de construcción por ahuyentamiento. En el caso de los organismos de lento desplazamiento, serán recolectados y trasladados a sitios cercanos donde existan condiciones similares del hábitat de donde serán retirados. Solo entonces se procederá a la colocación de la malla geotextil, que servirá (además de la contención de residuos) para confinar el sitio y evitar que la fauna retorne al área de construcción, con lo que se garantiza que ningún organismo será afectado en forma directa.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥			Aunque el proyecto no contempla ninguna actividad en la zona de playa arenosa ubicada al costado del Lote 43, durante la temporada de anidación de tortugas se mantendrá vigilancia para evitar afectaciones en caso que se tenga arribazones, y en su caso, se dará protección a las nidadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥	¥		En Embarcadero estarán prohibidas todas las artes de pesca y dar alimento a los peces que deambulen por el sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de señalamientos pertinentes.
13. EROSIÓN DE SUSTRATO EN EL FONDO MARINO				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
	¥		Para evitar la dispersión de los sedimentos marino al momento de sembrar los pilotes en el lecho marino, se colocará una malla geotextil. Con esto se minimizará el impacto que tendrá sobre la calidad y claridad del agua. La malla tendrá una estructura no tejida con fibras de polipropileno, las cuales forman un arreglo estable, cuyas fibras retienen siempre su posición relativa. Es inerte a la degradación biológica y con estabilidad dimensional, resistente a los ácidos y álcalis encontrados de manera natural. Una vez sembrado el pilote será asegurado con el mismo material que se haya extraído del sitio.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos.
		¥	El embarcadero estará diseñado para el atraque de embarcaciones con un calado máximo de 1.5 m, su operación será a baja velocidad y la profundidad en el área de atraque (-2 a -2.5 m), para que no levanten sedimentos marinos en el área.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Colocación de letreros alusivos
14. SEGURIDAD E HIGIENE				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
¥	¥		Los residuos generados durante esta actividad permanecerán en el sitio el menor tiempo posible, para evitar accidentes, contaminación y generación de fauna nociva al quedar expuestos de manera permanente.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
¥	¥		Los desperdicios tanto orgánicos (vegetación) como inorgánicos que se generen, serán acumulados en un lugar específico para su posterior traslado al sitio que designe la autoridad competente.	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	14. SEGURIDAD E HIGIENE	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
≠	≠	≠	Para evitar la aparición de fauna nociva como son: cucarachas, moscas y ratas. Se requerirá que diariamente sean limpiados los depósitos y las bolsas de plástico con la basura sean llevadas al sitio que designe la autoridad competente o al relleno sanitario municipal.	Supervisión física de la zona. Documentación fotográfica.
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
≠	≠		Al término de la preparación del sitio y construcción se retirarán todos los residuos producidos durante esta etapa para evitar la propagación de plagas e incendios.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
≠	≠	≠	Colocar colectores de basura en sitios estratégicos dentro de las instalaciones temporales para evitar la proliferación de fauna nociva.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
15. MANEJO DE COMBUSTIBLES, PLAGUICIDAS Y SOLVENTES				
a) MEDIDAS PREVENTIVAS				
	≠		Para el suministro del combustible a utilizar en la etapa de construcción del proyecto, se recomienda realizarlo diariamente utilizando bidones de 50 litros de capacidad. El llenado de los tanques del equipo de construcción deberá realizarse con la ayuda de un sífon con manivela de seguridad, para evitar posibles derrames del combustible en el medio acuático y terrestre.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		≠	No se deberá almacenar combustible en el área del proyecto durante las etapas de construcción y operación si por necesidad se requiere de ello se debe disponer de un área específica, perfectamente impermeabilizada con cemento fino y con un borde de 15 a 20 cm de altura.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	≠		Como en el caso anterior, el aceite quemado que se usa para la cimbra deberá almacenarse en tambores que cuenten con tapa de sellado hermético y colocados en sitios donde se minimicen los derrames.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
	≠	≠	Se evitará disponer a ras de suelo sobrantes de pinturas vinílicas y de esmalte así como thinner y productos resultantes del lavado de brochas. Por lo que estos deben colocarse en tambores metálicos y manejarse como residuos peligrosos	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		≠	Se deberá prohibir la aplicación de pesticidas por parte del personal de mantenimiento de la empresa. Por lo tanto, el control de plagas deberá estar a cargo de empresas que cuenten con permisos por parte de las autoridades sanitarias estatales y/o federales.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		≠	Se deberá evitar el vertimiento de residuos de plaguicidas y solventes a través del drenaje público, por lo que éstos deben ser almacenados en contenedores con tapa hermética, letrero alusivo y disponerse donde las autoridades correspondientes así lo designen.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
		≠	Los solventes y plaguicidas no deben ser almacenados en envases de refrescos, cerveza, y en general de uso común, puesto que pueden ser confundidos por terceros y afecta su salud y bienestar.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Colocación de letreros alusivos

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

ETAPA DEL PROYECTO			MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
P	C	O	15. MANEJO DE COMBUSTIBLES, PLAGUICIDAS Y SOLVENTES	SUPERVISIÓN DE LA ACCIÓN
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
		¥	Para evitar la posible contaminación en el subsuelo y manto freático por la utilización de plaguicidas en las áreas verdes, se recomienda utilizar insecticidas elaborados con base en piretroides sintéticos o piretrinas orgánicas, ya que tienen un bajo rango de toxicidad y son biodegradables.	- Supervisión física de la zona.
16. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES				
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
		¥	Se deberá dar el mantenimiento a las vialidades que se ubicarán dentro de los límites del desarrollo para que éstas no se llenen de baches.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
		¥	Los materiales empleados para el mantenimiento no podrán ser abandonados en las orillas de las vialidades y acceso, ya que se puede esparcir hacia los espacios naturales y alterar el patrón de escurrimientos en la zona.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica.
b) MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
	¥	¥	Para evitar la infiltración de las aguas pluviales contaminadas con residuos como aceites, diésel, etc., que se generan con la reparación y el mantenimiento del equipo, se deberá designar un área específica de trabajo cuya superficie esté impermeabilizada. Además, los residuos deberán ser almacenarlos en contenedores adecuados para cada caso, y para su adecuada disposición final.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Colocación de letreros alusivos
c) MEDIDAS DE COMPENSACIÓN				
		¥	Se deberá llevar a cabo el mantenimiento preventivo de áreas públicas, áreas verdes, etc., estando prohibida la remodelación con materiales frágiles y no acordes al concepto arquitectónico; como son: láminas de cartón, madera rolliza, etc.	- Supervisión física de la zona. - Documentación fotográfica. - Reglamento de usuarios.

VII.2. Información necesaria para la fijación del monto para fianzas.

Se identificaron 11 probables Impactos ambientales de tipo acumulativo y sinérgicos y sobre los cuales se deben aplicar criterios que permitan garantizar la real aplicación de las medidas de mitigación y evitar con ello el menor costo ambiental por la ejecución del proyecto. El seguimiento y control de cada una de estas medidas habrá de tener un costo económico adicional, mismo que se analiza en los siguientes rubros.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 7.1 Valoración económica para el seguimiento de la mitigación de los impactos Adversos Residuales por el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

IMPACTO	OBJETIVO	RESUMEN DE ACCIONES	COSTO DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS (PESOS)
1. PÉRDIDA DE COBERTURA DE LA CAPA EDÁFICA.	Que la empresa la constructora, la empresa supervisora y todo el personal asignado al proyecto, conozcan las restricciones que deberán respetar durante la construcción y el manejo de la maquinaria, la razón de dichas restricciones así como las sanciones que corresponderán en caso de incumplimiento. Se deberá evitar disposición inadecuada del material de desperdicio de las nivelaciones, desmonte y despalme. Así como, el manejo que el personal debe observar en los frentes de construcción.	<ul style="list-style-type: none"> - Se deberá llevar a cabo la recuperación de la capa de suelo fértil que deberá usarse en la jardinería y recuperación de espacios afectados por el desarrollo de la obra. - Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. - Representar todas las actividades referidas cartográficamente. 	\$ 150,000.00
2. PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL.	Se deberá evitar llevar a cabo el desmonte masivo de la vegetación, por lo que estas acciones se deben realizar de manera programada y evitar afectar a los individuos de flora incluidos en la NOM-059- SEMARNAT-2010, especies endémicas a la Península de Yucatán y todas las epífitas. El material vegetativo nativo es prioritario para su conservación y se deberá utilizar para el programa de reforestación.	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevará a cabo el rescate de la flora nativa en una superficie de 1.01 Ha. • Además de que se deberá proteger y preservar las áreas naturales a conservar y desde luego la barrera vegetal perimetral que mitigar los impactos que se generarán por el proceso de tratamiento de las aguas residuales. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representar todas las actividades referidas cartográficamente. 	\$ 85,000.00
3. MODIFICACIÓN DE LAS TOPOFORMAS (RELIEVES Y PENDIENTES)	Que la empresa la constructora, la empresa supervisora y todo el personal asignado al proyecto, conozcan las restricciones que deberán respetar durante la construcción y el manejo de la maquinaria, la razón de dichas restricciones así como las sanciones que corresponderán en caso de incumplimiento. Evitar disposición inadecuada del material de desperdicio de las nivelaciones, desmonte y despalme. Así como, el manejo que el personal debe observar en los frentes de construcción.	<p>Las obras modificaran de manera permanente este atributo ambiental, en una superficie de 1.01 Ha, por lo que debe contemplan medidas de mitigación como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso del material producto del despalme en labores de jardinería. • Aplicación de un programa de reforestación y recuperación de espacios verdes y la preservación de las áreas naturales a conservar. • Se habrá de evitar la afectación de las zonas de humedales • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representar todas las actividades referidas cartográficamente. 	\$ 150,000.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 7.1 Valoración económica para el seguimiento de la mitigación de los impactos Adversos Residuales por el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

IMPACTO	OBJETIVO	ACCIONES	COSTO DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS (PESOS)
4. CAMBIOS EN PROCESOS INFILTRACIÓN Y ESCORRENTÍAS		<ul style="list-style-type: none"> • Se deberán conservar las áreas verdes naturales del predio, favoreciendo en la medida de lo posible la infiltración y captación de agua aun cuando se haya perdido cierto porcentaje de superficie natural. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 90,000.00
5. CONTAMINACIÓN DE LA COLUMNA DE AGUA	Que la empresa la constructora, la empresa supervisora y todo el personal asignado al proyecto, conozcan las restricciones que deberán respetar durante la construcción y el manejo de la maquinaria, la razón de dichas restricciones así como las sanciones que corresponderán en caso de incumplimiento. Evitar disposición inadecuada del material producto de excavaciones para el hincado de pilotes y disposición de desechos en el lecho marino	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión del manejo adecuado de la malla geotextil que evitará la dispersión de materiales en suspensión. • Determinación de la calidad de agua marina. • Recolección y manejo adecuado de desechos. • Señalización para evitar las artes de pesca 	\$ 90,000.00
6. AFECTACIÓN A LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FLORA SILVESTRE.	Elaborar y proponer una serie de acciones y medidas para disminuir los impactos negativos sobre la vegetación y flora presentes en el pedio de interés debido a la construcción de los elementos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo el rescate de la flora silvestre que se distribuye en el sitio de construcción. • La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a las 1.01 Ha propuestas y de acuerdo con los planos autorizados de obra. • Se deberán crear áreas verdes empelando especie nativas lo que contribuirá a disminuir el impacto ocasionado por esta actividad. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 125,000.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 7.1 Valoración económica para el seguimiento de la mitigación de los impactos Adversos Residuales por el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

IMPACTO	OBJETIVO	ACCIONES	COSTO DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS (PESOS)
7. AFECTACIÓN A LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FLORA ACUÁTICA	Elaborar y proponer una serie de acciones y medidas para disminuir los impactos negativos sobre las comunidades bentónicas ubicadas en el fondo marino del predio de interés debido a la construcción de los elementos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo el supervisión para evitar afectar pastos marinos, por el hincado de 74 pilotes de madera • La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a las 5.23 m² propuestas y de acuerdo con los planos autorizados de obra. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de excavaciones y rellenos. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 85,000.00
8. AFECTACIÓN A LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FAUNA SILVESTRE.	Elaborar y proponer una serie de acciones y medidas para disminuir los impactos negativos sobre las especies de fauna presentes en el pedio de interés debido a la construcción de los elementos del proyecto hidráulico.	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo el rescate de la fauna silvestre que se distribuye en el sitio de construcción. • La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a las 1.01 Ha propuestas y de acuerdo con los planos autorizados de obra. • Se deberán crear áreas verdes que permitan el retorno de la fauna lo que contribuirá a disminuir el impacto ocasionado por esta actividad. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 90.000.00
9. AFECTACIÓN A LA ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE FAUNA ACUÁTICA	Elaborar y proponer una serie de acciones y medidas para disminuir los impactos negativos sobre las comunidades bentónicas ubicadas en el fondo marino del predio de interés debido a la construcción de los elementos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo el supervisión para evitar afectar grupos como equinodermos, moluscos y corales, , por el hincado de 74 pilotes de madera • La superficie de aprovechamiento deberá limitarse única y exclusivamente a las 5.23 m² propuestas y de acuerdo con los planos autorizados de obra. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de excavaciones y rellenos. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 85,000.00

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Tabla 7.1 Valoración económica para el seguimiento de la mitigación de los impactos Adversos Residuales por el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

IMPACTO	OBJETIVO	ACCIONES	COSTO DE APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS (PESOS)
10. ALTERACIÓN Y DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL.	La afectación al paisaje se dará debido a las acciones de desmonte, por lo que se creará una línea de ruptura del paisaje además de que se aplica un nuevo uso del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá reforestar los espacios afectados por el desarrollo del proyecto y se deberá fortalecer la franja perimetral de protección estas acciones se deben realizar utilizando especies nativas derivadas del rescate y conservación de áreas naturales. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. • Representación cartográfica de las actividades referidas. 	\$ 75,000.00
11. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.	Durante todas las fases del proyecto se habrán de generar residuos sólidos, estas son acciones que contribuyen al deterioro de las características naturales de los ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Se deberá llevar a cabo un programa permanente de recolecta, almacenaje y disposición adecuada de los residuos sólidos. • Se debe supervisar el desarrollo de las actividades de desmonte, relleno, nivelación y excavaciones. 	\$ 35,000.00
COSTO TOTAL DEL SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y RESTAURACIÓN			\$ 970,000.00

VII.3. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

La presente estimación del costo de las actividades por la restauración forestal se realiza en apego a la Fracción XXXIII del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y que se define como el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución.

La presente estimación económica considera únicamente el sitio del proyecto donde se realizará la remoción de vegetación y despalme de suelo para dar paso al proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de playa, Centro de Buceo* y cuya superficie alcanza 1.01 Ha. Además y como se ha manifestado en el Documento Técnico Unificada para el Cambio de Uso del Suelo, el desarrollo del proyecto es correspondiente con un conjunto de predios ubicados en la Isla de Cozumel.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Las actividades necesarias para la restauración, han sido clasificadas considerando que la superficie del sitio del proyecto para la cual se solicita el cambio de uso de suelo corresponde a vegetación forestal en su condición de selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea con árboles dispersos. Por lo que dicha actividad requiere de acciones dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que se presenta actualmente en dicha superficie. Para lo cual se enlistan y describen dichas actividades.

- ✓ Preparación del sitio.
- ✓ Producción de plantas.
- ✓ Reforestación.
- ✓ Mantenimiento del área restaurada.
- ✓ Monitoreo y Asistencia Técnica.

Consideraciones.

El análisis de costos que a continuación se presentan, se ha realizado lo más cercano posible a las condiciones actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Por ello, se ha utilizado las bitácoras de costos con empresas involucradas en el mantenimiento y seguimiento ambiental del proyecto. Además, se tiene en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra la reforestación y sobrevivencia del 80% de las especies a utilizar.

Es importante mencionar que la presente estimación económica de las actividades de restauración con motivo de Cambio de Uso de Suelo del proyecto de una superficie 1.01 Ha, representan una estimación de 10 años que se consideran como el tiempo mínimo necesario para devolver el terreno parte de sus características naturales.

✓ Preparación del sitio.

Esta es la primera actividad para realizar la restauración del sitio, cuyo periodo de duración, materiales, costos incluso la necesidad de llevarse a cabo, finalmente depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Por lo que para tener un parámetro aceptable en esta estimación, se debe partir de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno, implica la contratación de mano de obra la cual variará en función de la superficie y el trabajo a realizar. Para el predio en particular, se parte del supuesto de que será necesaria la realización de actividades de remoción de malezas y mejoramiento de la capa orgánica del suelo.

Es por ello que para estas actividades se ha estimado el orden de unos 30 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de \$ 250.00 pesos. Asimismo, se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 1.01 Ha será de 30 jornales X \$ 250.00 pesos que dan un monto de **\$ 7,500.00 pesos, más los gastos de maquinaria que se requiere para efectuar la nivelación, acarreo y**

descompactación cuyo costo aproximado es de \$ 35,000.00 pesos por Hectárea que en total son \$ 42,500.00 pesos.

✓ **Producción de plantas.**

Una vez preparado el terreno se llevará a cabo la reforestación de la superficie afectada (1.01 Ha) con una densidad máxima de 1,089 plantas por hectárea, tomando en consideración que en la vegetación de selva el porcentaje de sobrevivencia deseable debe ser del 100% y considerando que la superficie total corresponde a 1.01 Ha se estima que se requerirá un total de 1,100 plantas.

Por otra parte se tiene que la producción de cada planta en vivero hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se calcula un costo de \$ 35.00 pesos por planta. **Por lo que la adquisición de 1,100 plantas tendrá un costo total de \$ 38,496.15 pesos.**

De acuerdo con especialistas en la materia (jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos) ubicados en la ciudad de Cozumel, el costo promedio por apertura de cepa alcanza los \$ 30.00 pesos cada una. Además de que las actividades de siembra de las plantas igualmente tienen un costo de \$ 30.00 pesos cada una, es decir, se requiere de un total de \$ 60.00 pesos por ambas actividades. Considerando el total de plantas a reforestar (1,100), **el total estimado por la apertura de cepas y plantación sería del orden de los \$ 65,993.4 pesos.**

✓ **Mantenimiento del área restaurada.**

En la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses, será necesario aplicar riego de auxilio y el control de la maleza. Este tendrá como objeto que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de sobrevivencia. Estas actividades de deben desarrollar de la siguiente forma:

Riego de auxilio.

Durante los tres primeros meses posteriores a la plantación, se deberán de realizar 3 riegos de auxilio con un costo de \$ 5,466.05 pesos cada uno. Seguidamente, estos se podrán espaciar a cada dos meses (dependiendo las condiciones del tiempo). No obstante, **se ha considerado en total aplicar de 9 riegos de auxilio con un costo total aproximado de \$ 49,194.44 pesos.** Es importante mencionar que el riego de auxilio es solamente para lograr el prendimiento de la plantación, ya que esta se mantendrá con las lluvias de la temporada.

Control de malezas.

El control de la maleza o chapeo se realiza con mayor frecuencia en el primer año teniendo 4 chapeos durante el primer año y 2 durante el segundo año y uno más durante el tercer año. En total serán 7 chapeos con un costo total de **\$ 27,330.25 pesos** (3,904.32 pesos por chapeo).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

Reposición de plantas.

Se debe mencionar que durante este tiempo se deberá realizar la reposición de las plantas que no hayan resistido a las condiciones del medio y hayan muerto o presenten rasgos evidentes de estrés. Esta actividad se encuentra considerada dentro de porcentaje de sobrevivencia y costo.

✓ **Monitoreo y Asistencia Técnica.**

Todas estas actividades que se han mencionado para la restauración del área, debe ser supervisada por personal técnico forestal con registro vigente el cual tendrá que realizar las siguientes acciones:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al área afectada de acuerdo al inventario forestal del predio.
- Asesorar y supervisar en caso que la planta sea producida en vivero en el predio.
- Supervisar el trazo y marcado del área de reforestación.
- Supervisar la apertura de cepas y la reforestación.
- Monitorear el proceso de adaptación de la plantación.
- Elaborar los informes técnicos correspondientes.

El costo que implica la contratación de los servicios técnicos forestales alcanzará un monto aproximado de \$ 15,000.00 pesos mensuales, durante un periodo mínimo de dos años y de \$ 8,000.00 pesos por el tercer año. Por lo que el monto total por los servicios durante estos 3 años es de **\$ 368,000.00 pesos.**

A partir el tercer año, se requerirá llevar cabo el seguimiento de la recuperación de la estructura y funcionalidad del ecosistema, por lo que se debe de esperar que para este tiempo ya se haya logrado la adaptación total de las especies sembradas y comience la fase de crecimiento y desarrollo. Por lo anterior, se deberá seleccionar 5 parcelas circulares de 500 m² cada una, donde se habrá de numerar, marcar con etiquetas de aluminio, identificar, llevar a cabo las mediciones de DAP y altura, de todos los individuos arbóreos mayores a los 3 m de altura. Además dentro de cada círculo, se establecerá una subparcela de 5 X 5 m (25 m² en total) donde se marcarán las especies entre 1 y 2.99 m de altura consideradas en esta fase como elementos arbustivos.

Mediante estas acciones se espera poder documentar el desarrollo de la vegetación, los incrementos en términos de DAP, altura de las especies. Además de que anualmente se habrá de incorporar los nuevos individuos arbóreos que alcancen la categoría de 3 m de altura, por lo que se podrá documentar los cambios en la composición florística del ecosistema en recuperación. Para el desarrollo de estas actividades, se ha estimado un costo anual total de \$ 32,823.04 pesos el cual deberá realizarse durante los siguientes 7 años, lo cual se traduce en **un costo que alcanza los \$ 229,761.28 pesos**; lo que incluye la elaboración de los informes respectivos.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

De acuerdo con lo antes expuesto, en la **Tabla 16.1** se presenta el resumen de los costos aproximados de las actividades de restauración que se deberán de invertir en el predio bajo el concepto de reforestación, restauración y seguimiento que se requieren para regresar a las condiciones iniciales actuales de la superficie de 1.01 Ha que requiere el proyecto luego de haber llevado a cabo el cambio de uso de suelo.

Tabla 16.1 Estimación del costo de las actividades de restauración y seguimiento.				
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (pesos)	TOTAL (pesos)
LABORES PRELIMINARES				
Preparación del sitio	300	Jornales	250.00	\$ 7,500.00
Utilización de maquinaria				\$ 35,000.00
PRODUCCION DE PLANTAS				
Producción de plantas	10,586	Plantas	25.00	\$ 38,496.15
PLANTACION				
Apertura de cepas	10,586	Cepas	20.00	\$ 32,886.70
Plantación	10,586	Plantas	20.00	\$ 32,886.70
Mantenimiento de área restaurada				
Riego de auxilio(los 3 primeros meses)	9	Riego	5,466.05	\$ 49,194.44
Control de malezas (chapeo durante los dos años)	7	Chapeo	15,000.00	\$ 27,330.25
Monitoreo y Asistencia Técnica				
Asistencia Técnica (10 años), lo que incluye elaboración de informes.	Variado	Mensual	Variado	\$ 597,761.28
COSTO TOTAL				\$ 821,055.52

CAPÍTULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONTENIDO

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto	2
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto	4
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	5
VIII.4. Pronóstico ambiental	6
VIII.5. Programa de manejo ambiental	11
VIII.4. Conclusiones	15

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El conjunto de predios donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, se encuentran ubicados dentro de la UGA A4 de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local de la Isla de Cozumel, en donde el uso de suelo tiene un aprovechamiento de turístico hotelero/Residencial turístico, con una densidad de 40 Cuartos por hectárea, con un Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) del 35% y un Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) de 0.9. Además de que la altura máxima que varía de acuerdo a la ubicación del predio con respecto a la carretera perimetral y de la línea de costa por lo que puede variar de 1 a 3 niveles.

Por otra parte, el escenario ambiental actual de los inmuebles del proyecto es de un área con cobertura vegetal de tipo Selva baja subcaducifolia en proceso de recuperación en ciertas partes y en otras se encuentra dañada e invadida por especies de crecimiento secundario. Para el caso de los predios colindantes con la Zona Federal, también se distribuye una franja de selva baja, una más de duna costera, además de una angosta franja de manglar mixto hacia la zona norte enclavada entre la zona de selva y la duna.

El estado de conservación de la vegetación es de tipo medio, observándose numerosas especies propias de las selvas típicas de la región, entremezcladas con especies de desarrollo secundario en vista de que existen algunos claros y caminos abiertos, dado que el predio se halla entre la antigua carretera costera sur y la carretera costera sur. La duna costera integra tan solo un relictos de esta vegetación, mientras que hacia el sur se manifiesta la costa rocosa. El humedal con manglar se cubre de manera densa, aunque la inundación es de tipo temporal y referida a la temporada lluviosa del año.

De manera adicional, en la zona de interés debido se destina el uso de suelo de tipo hotelero residencial, por lo que en toda el área ha ocurrido una lotificación constante de terrenos, aunado a que los fenómenos naturales afectan periódicamente estos ecosistemas, los cuales hasta la fecha no están teniendo el uso para el cual están destinados.

De esta manera, el proyecto consiste en la construcción de un desarrollo inmobiliario de tipo turístico-residencial, el cual estará complementado con actividades de recreación fundamentas en una escuela de buceo e instalaciones adecuadas para esta actividad, por lo que el escenario a futuro es de un complejo altamente ordenado, funcional y conservador y protector del medio ambiente, que se espera sea modelo a futuro para los nuevos complejos turísticos.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

De acuerdo a lo descrito en el presente DTU para el cambio de uso del suelo referente al proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* y en supuesto de que en el predio de interés no se desarrollase ningún tipo de obra o proyecto. Es de esperarse que prosiga en el sitio su tendencia actual hacia la restitución de las calidad ambiental de los ecosistemas, tomando en consideración que toda la vegetación de Isla de Cozumel quedo fuertemente deteriorada luego del paso del ultimo fenómeno hidrometeorológico que azotó la región y que fue el huracán Wilma (2005). Este último fenómeno se consideró de naturaleza catastrófica por lo que fue ubicado dentro de la categoría 4 de la escala Saffir-Simpson aunque este se mantuvo estacionado por un par de días sobre la zona noreste del estado de Quintana Roo lo que causó extensos daños estructurales.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

En este sentido, se debe confirmar que luego de casi 9 años de paso de este fenómeno para toda esta zona se muestra de manera franca que se ha dado la recuperación parcial de los ecosistemas. No obstante, es por demás evidente que la estructura vertical de la selva baja y mediana subperennifolia ha sido fuertemente modificada. Es por ello que actualmente prevalece una cobertura de selva que se encuentra dominada por una vegetación secundaria arbustiva, herbácea y con árboles dispersos, la cual alcanza entre 8 y 12 m de altura.



Foto 8.1 La selva baja subcaducifolia en la Isla de Cozumel luego del paso del huracán Wilma en el 2005

Además y en este caso, se deberán considerar los estudios de Whigham, *et al.* (1990) quienes llevaron a cabo la valoración del ritmos de crecimiento de las especies de la selva mediana subperennifolia en el norte de Quintana Roo y en donde se registra que en promedio estas pueden alcanzar un incremento de tan solo 0.5 cm anuales. Por lo que de acuerdo con estos datos, se puede considerar que para que un individuo alcance una talla por arriba de los 30 cm en DAP, se requiere de cerca de 60 años, suponiendo que este crecimiento fuera continuo y sin la manifestación de ningún tipo de intervenciones. Asimismo, dentro de este concepto no está incluido el tiempo que requieren los individuos para su desarrollo desde el momento de su germinación hasta alcanzar el primer centímetro en DAP.

De esta forma, la restitución de la estructura de la selva mediana subperennifolia como ecosistema dominante puede ser un evento tardío y que de alguna manera se está vislumbrado en el estado actual de la vegetación del predio que consiste básicamente de cuantiosas especies arbustivas y herbáceas; algunas de las cuales son realmente agresivas en su desarrollo.

No obstante lo anterior y tratando de interpretar un escenario natural para el predio de interés, se considera que la zona está evolucionando de manera positiva para la restauración del ecosistema dominante, aunque el camino a seguir se deberá valorar desde una escala de tiempo que hasta ahora se desconoce.

Por otra parte, se debe considerar que el área de estudio en su parte terrestre corresponde a una zona suburbana turística, en la cual se llevan a cabo diversas actividades humanas, principalmente por el establecimiento de infraestructura de transporte, servicios, apertura de brechas y, desde luego, un manejo desordenado y recurrente en la disposición y depósito clandestino de basura. Se considera que esta tendencia del escenario actual se habrá de mantener sin cambios en el corto plazo, en tanto que la tendencia de deterioro por uso desordenado dará como resultado para el mediano plazo una condición de degradación mayor a la actual, con más superficies sin vegetación, contaminación del suelo por basura y fauna exótica nociva. Además el potencial productivo se reduce, no solamente por el casi nulo rendimiento potencial del sitio para el aprovechamiento forestal, sino porque las condiciones para el aprovechamiento turístico-recreativo se pierden o hacen más onerosa la recuperación del sitio.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

El ecosistema de manglar presente en la zona litoral se mantendrá sin cambio en el corto plazo, en tanto que para el mediano plazo, debido al uso desordenado del sitio, aumenta el deterioro por basura y el riesgo de que se abran nuevas brechas por la franja donde se encuentra el relicto de humedal. En el largo plazo el relicto sigue la tendencia observada en las imágenes Landsat de 1990 a 2010, que muestran que se acentúa la diferenciación respecto al humedal del cual formó parte antes de la carretera costera sur, entre otras cosas por el proceso natural de azolvamiento derivado de la retención de suelo en el bajo, por lo que se prevé que en un lapso de no más de 50 años el manglar actual habrá sido sustituido por matorral costero y selva baja subcaducifolia.

La cobertura de vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia seguirá su proceso de recuperación, aunque con el riesgo de seguir acumulando basura y nuevas brechas o ampliación de las actuales por el uso desordenado del sitio. El paso recurrente de huracanes probablemente impida el desarrollo de esta cobertura hasta un estado de madurez, como se aprecia en la mayor parte de la isla, donde las selvas naturales presentan distintos estados de recuperación.

La zona marina frente al sitio del proyecto es rocosa y somera en la zona de la saliente, con fuerte movimiento del oleaje por difracción y refracción, en tanto que al norte es receptora de sedimentos, por lo que la tendencia sin proyecto es que se mantengan las condiciones de una comunidad bentónica pobre, con dominancia de algas, sobre todo en la “sombra” de la saliente, donde además no se prevé que puedan desarrollarse formaciones arrecifales dentro del área de estudio. En esa zona de la costa las formaciones arrecifales se hallan en la zona profunda, en el borde del cantil, a más de 500 m de la costa. En otro sentido, actualmente la zona cuenta con un vialidad de acceso, por lo que el escenario que se pudiera presentar es que comience a darse algún proceso de invasión de tierras, la disposición y acumulación de basura y todo tipo de desechos que ocurre en la periferia de todas las ciudades, la extracción de recursos como son: leña, roca calcárea, tierra vegetal, etc.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

En caso de realizarse el proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, sin que se lleven a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación mencionadas en el presente documento, se tendrían los siguientes escenarios:

- Durante las etapas de preparación del sitio se habría de esperar el desmonte total e indiscriminado de la vegetación existente dentro de la propiedad, lo que pudiera incluir a la zona cubierta de humedales con manglar
- Durante la etapa de preparación de sitio y de construcción de la obra civil, el proyecto pudiera convertirse en una fuente discontinua de emisión de polvo y gases contaminantes provenientes principalmente de los camiones de transporte de materiales. Así como por las excavaciones, cortes, nivelaciones y la construcción civil, que sin control, provocarían algunas molestias a los habitantes de la zona y afectaciones al aire, agua y suelo dentro del sitio.
- Se podría tener una producción importante de algunos residuos sólidos y líquidos, que podrían generar desde malos olores hasta la atracción, contaminación del medio físico y crecimiento de fauna nociva.
- A plantilla laboral habría de contribuir con la generación de volúmenes importantes de desechos sanitarios, que pudiera afectar la calidad del agua, la generación de malos olores y atraer fauna nociva hacia la zona de interés.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

- En caso de que los trabajos de construcción no se realizaran conforme al programa de trabajo y se aumentara el tiempo necesario, los efectos negativos que generará podrían prolongarse y la presencia de los impactos llevaría a un periodo de recuperación mayor.
- Durante la construcción en la zona disminuiría la calidad visual y ambiental, ya que en el caso de viento los contaminantes en la atmósfera podrían acumularse en mayor cantidad sobre las áreas naturales aledañas al sitio del proyecto.
- El escenario, presentaría un incremento de partículas sólidas en suspensión deteriorando las condiciones del paisaje, incrementando los desechos sólidos en sitios no autorizados y potencialmente se constituirían como un foco infección y fuente de contaminación del suelo.
- El escenario que se tendría en el caso de que no se aplicasen las medidas de prevención de impactos ambientales, indica que no se corrigieran los problemas ambientales que se generarían en la zona lo que pudiera ser causa de conflictos con parte de los vecinos, lo que muy posiblemente repercutiría de manera negativa en el tiempo de ejecución de la obra y en los costos de la misma.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

La ejecución de las medidas de mitigación propuestas permitirá al proyecto ser altamente funcional, favoreciendo la conservación de la calidad del medio ambiente. Por lo que el escenario que se tendrá en el caso de que se apliquen las medidas de prevención de impactos ambientales, habrán de corregirse algunos de los problemas ambientales que se generarían, por lo que se debe redundar en las siguientes consideraciones:

- Se habrá de llevar a cabo una edificación con base en planos de obra debidamente autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Cozumel.
- Se contará con las autorizaciones materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo, y con ello se dictaminarían de todas las medidas de protección que se deben llevar a cabo para evitar afectaciones dolosas a los elementos del ambiente.
- Se contará con la supervisión de un residente ambiental que irá valorando el desarrollo de las distintas actividades que se habrán de realizar
- Se mitigará la generación de polvos, gases y desechos que afectan la calidad de aire y suelo.
- Se conservará las características de la vegetación en la periferia del terrero para que funcione como franja perimetral de protección de las obras por implementa y se aplican programas de reforestación y restauración empleando plantas nativas que mitiguen aún más los impactos ambientales.
- Se tendrá un servicio eficiente en el tratamiento del agua residual que se habrá de generar en el desarrollo residencial-turístico y hotelero, por lo que contara con una planta de tratamiento construida *ex profeso* con el consecuente beneficio social y ambiental.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

- Aunque es posible que en alguna fase se generen olores desagradables por el tratamiento del agua residual, por lo que las barreras de vegetación natural y la presencia de vientos dominantes continuos del este y sur este favorecerán su dispersión.
- Con la vegetación que será conservada se promoverán las condiciones para que la fauna silvestre pueda continuar con su proceso natural de desarrollo y en algunos casos se podrá adaptar a estas nuevas condiciones ya que contarán con espacios arbolados y ajardinados para que sean utilizados para su descanso, alimentación e incluso anidación.
- El paisaje será una combinación del elemento urbano con áreas verdes naturales ya que se habrá de conservar un 65% de la cobertura de la vegetación natural actual.
- Se tendrá un correcto manejo a la basura aplicando medidas para la reducción de desechos y reciclamiento de materiales.
- Se crearán empleos durante la construcción y operación de la obra.

De esta manera, se espera que el proyecto sea un establecimiento turístico de bajo impacto que busque mejorar el aprovechamiento sustentable de los recursos del territorio. Por sus dimensiones y características, no generará efectos que comprometen la permanencia de los componentes naturales presentes ni el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que brindan. Por lo tanto en su ejecución se deben esperar efectos positivos, consistentes en un uso más ordenado del sitio, lo que revertirá la tendencia de deterioro por este factor, sobre todo respecto a la disposición de basura y la apertura de nuevas brechas o ramas de las existentes.

VIII.4. Pronóstico ambiental

La implementación de las medidas de prevención propuestas permitirá al proyecto ser menos agresivo con el ambiente; las medidas tienen como objetivo contribuir en la mitigación de los efectos de las actividades del proyecto sobre los componentes ambientales en todas las etapas que implica su ejecución.

En la búsqueda de un área proclive donde se pueda desarrollar el proyecto, se encontró el señalado en todo el trabajo, mismo que muestra una zona con conveniencia y aprobación con el tipo de uso de suelo tanto a nivel estatal como a nivel municipal, procurando que no tuviera un riesgo al medio ambiente o que este sea mínimo. Por ello durante la construcción se tendrán en cuenta las medidas de mitigación señaladas relativas a patios de maniobras, trabajos sobre el trazo y terracerías de acceso a la obra, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Además de que con la aplicación de programas de rescate de flora y fauna y de reforestación de áreas verdes, se logrará minimizar los efectos negativos de los impactos ambientales generados, durante la preparación y construcción, se reduciría la contaminación atmosférica a través de la aplicación de acciones para evitar la contaminación del aire, un plan de manejo integrado de residuos sólidos, con los cuales serían subsanados los efectos negativos de modo simultaneo disminuyendo los riesgos de contaminación del suelo y/o agua y garantizando la protección de la vida silvestre.

Bajo estos conceptos las modificaciones en los factores del ambiente que generará el proyecto se resumen los apartados siguientes (**Tabla 8.1**).

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Tabla 8.1 Pronóstico del escenario ambiental que se puede esperar por la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
CLIMA	<p>En la región donde se ubicará el proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> prevalecen las condiciones que de acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1978), indica la distribución del tipo climático denominado <i>Am(f)</i>.</p> <p>Este se define como un clima cálido húmedo, con lluvias abundantes en el verano y con un porcentaje de lluvia intermedio entre verano e invierno y presentando influencias de monzón. Por otra parte, presenta poca oscilación térmica (entre los 5 y 7 °C). Además de que el predio se ubica en la isoterma de los 26 °C y la isoyeta de los 1,500 mm de precipitación anual.</p>	<p>El factor climático es un componente ambiental de nivel regional, determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, por lo que se considera que éste factor no será modificado por el desarrollo de proyecto. Sin embargo, a una escala puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica en las áreas donde se modifiquen dos factores determinantes, la vegetación y la presencia de un suelo expuesto.</p> <p>En el ámbito regional, las condiciones del clima permanecerán prácticamente inalteradas, debido al bajo impacto que tendrá el proyecto sobre los elementos climáticos. Además se debe mencionar que de manera general en toda la Isla de Cozumel se cuenta con amplias áreas sujetas a características naturales y en la cual no se realizará ningún tipo de actividad productiva y de desarrolla la vida natural, esta corresponde a la zona ubicada hacia el poniente de la zona urbana por lo que no hay posibilidades de alteración a este factor.</p> <p>Por otra parte y en el aspecto microclimático, se deberá esperar que las condiciones que habrán de generarse a partir de la construcción y la operación del proyecto, se mantengan prácticamente constantes en el mediano y largo plazo. Lo anterior, debido a que la zona se encuentra afectada desde hace más de 30 años sin que ello haya significada algún cambio de importancia para el medio y para el propio ser humano. Además, en mediano y largo plazo no habrá modificaciones ni ampliaciones de la capacidad instalada. Adicionalmente, se mantiene durante toda la vida útil del proyecto acciones de mantenimiento de imagen turística lo que implica conservación de espacios ornamentados, ajardinados y el propio mantenimiento de las edificaciones.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Tabla 8.1 Pronóstico del escenario ambiental que se puede esperar por la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
SUELO	<p>En la zona donde se ubicará el proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> las condiciones del suelo se encuentran fuertemente modificadas y en donde los suelos de tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico (LPk+LPq/3), Gleysol y Regosol calcárico. Sobre los cuales actualmente prevalece una cobertura propia de ecosistemas naturales de selva, humedales y la duna costera.</p>	<p>Un solo ambiente será modificado por el desarrollo del proyecto, el cual está relacionado con la distribución de suelos de tipo Leptosol lítico+Leptosol réndzico (LPk+LPq/3) y en donde prevalece una vegetación de selva baja subcaducifolia. No obstante, el impacto de la construcción del proyecto será moderadamente relevante, aunque la pérdida de estos elementos se dará únicamente en aquellas superficies que sean destinadas para las instalaciones que propone el proyecto.</p> <p>De esta manera, el conjunto de predios alcanzan una superficie total de 10.37 Ha, de los cuales se destinarán aproximadamente 1.01 Ha (2.58 Ha autorizadas previamente) para la instalación de la infraestructura inmobiliaria proyectada. Por lo anterior, el uso del suelo se mantendrá inalterado en los restantes 6,77 Ha. Por lo que de acuerdo con los instrumentos de planeación y ordenación ecológica y urbana el proyecto es factible. Además de que no se podrá llevar a cabo la ampliación del desarrollo más allá de lo establecido en dichos instrumentos.</p> <p>Tomando en consideración las Políticas de aprovechamiento del uso de suelo que rigen en la Isla de Cozumel, se prevé que aunque las características particulares de los suelos se verán alteradas en sus atributos físicos, esta situación ha sido estimada y planificada con antelación siguiendo los criterios del aprovechamiento sustentable para el sitio de interés. Además el suelo fértil será acamellonado y utilizado para mejorar las áreas que así lo requieran.</p> <p>De esta manera, en el área precisa donde se establecerán las instalaciones se modificará de manera puntual la vegetación actual presente en los predios de interés. Sin embargo, dicha modificación será consistente con el uso y destino del uso de suelo permitido en el POEL y que, de hecho, prevalece en esta zona y que corresponde propiamente para el uso Turístico residencial y Turístico Hotelero en donde aplica una densidad de ocupación de 40 viv/Ha.</p> <p>En este sentido, la afectación puntual al suelo será debidamente compensada por la utilidad económico-social del proyecto y por las virtudes ecológicas aplicadas desde la planeación del mismo.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Tabla 8.1 Pronóstico del escenario ambiental que se puede esperar por la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
HIDROLOGÍA	<p>El área en la cual se pretende llevar a cabo la edificación del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-32, de nombre Yucatán Este, (Yucatán). Dentro de la cual se ubica de manera íntegra y específica toda la Isla de Cozumel.</p> <p>De manera física, el predio del proyecto se ubica aledaño a la zona costera con el Mar Caribe y no existe la presencia de ríos o escurrimientos fluviales, situación que se manifiesta debido a una topografía de ondulada a sensiblemente plana. Además de que el agua para el desarrollo de la vida natural que se manifiesta en la zona, está referida exclusivamente con los aporte del agua de lluvia, misma que manifiesta una estacionalidad en los meses de verano y parte del invierno.</p> <p>Si bien en el área de influencia del proyecto se ha detectado la presencia de zonas bajas de inundación, su comportamiento responde a los ciclos anuales de precipitación y por la cercanía con el litoral mantienen un flujo hacia el mar.</p>	<p>Las condiciones de un ambiente modificado que pueden repercutir en la hidrología del predio de interés se habrán de mantener durante toda la vida del proyecto. Sin embargo, se deben hacer las siguientes consideraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) La hidrología se encuentra modificada desde hace más de 35 años, con la construcción de la carretera costera sur (ahora convertida en ciclopista) y su modernización donde se ha modifica el trazo precisamente en la zona de interés para crear la moderna carretera costera sur; situación que a la fecha no tiene mayores repercusiones. 2) Por la ubicación del predio en la cercanía de litoral con el mar Caribe, el acuífero en la zona debe corresponder con la cuña salina y las aguas no son aprovechables para consumo humano. 3) En la zona no se extrae agua para consumo humano o animal. 4) En el predio no hay una población asentada y para la operación el proyecto se contará con drenaje sanitario y planta de tratamiento, por lo que no se corre el riesgo de que se afecte la zona de con la generación de residuos líquidos o lixiviados que puedan contaminar el acuífero las aguas del mar Caribe. 5) Además en la ciudad de Cozumel, todas las aguas pluviales se disponen libremente hacia el mar Caribe, situación que a la fecha no ha generado contingencias o contaminación marina. 6) De esta manera, se garantiza que la hidrológica superficial y subterránea de la zona se habrá de mantener. No obstante, se habrá de llevar a cabo los estudios correspondientes de monitoreo de la calidad del agua y determinar cualquier afectación del nivel freático y deterioro del recurso.
VEGETACIÓN	<p>En la zona donde se ubicará el proyecto <i>Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa</i> las condiciones de la vegetación se encuentran fuertemente modificadas debido a la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos y a la extracción de recursos como tierra, piedra, leña o la disposición inadecuada de basura. De cualquier manera predomina la selva baja subcaducifolia, los humedales y la duna costera.</p>	<p>Como se ha referido, se tiene el pronóstico que por el establecimiento y operación del proyecto la vegetación de selva baja subcaducifolia se verá afectada en una superficie de 1.01 Ha (además de 2.58 Ha autorizadas previamente), la cual no se habrá de recuperar en mediano y largo plazo. No obstante, si habrá una mejora en el aspecto de darle un uso útil al conjunto de predio de interés, los cuales se mantienen como lotes baldíos.</p> <p>Por otra parte y debido a que el proyecto contempla una vida media de 50 años se debe de esperar que derivado de las acciones de mantenimiento de la imagen escénica del desarrollo se fomenten espacios verdes que mitiguen las condiciones propias de la zona</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Tabla 8.1 Pronóstico del escenario ambiental que se puede esperar por la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
FAUNA SILVESTRE	<p>Dentro del predio de interés, la fauna silvestre está representada por 45 especies de fauna, de las cuales 25 son del grupo de las Aves, 13 para el grupo de Reptiles, 5 de Mamíferos y 2 Anfibios. De éstos, 8 especies se encuentran incluidos dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Al respecto se debe resaltar la ausencia de organismos indicadores de condiciones naturales y de escasa presencia humana como son: los tucanes (<i>Ramphastos sulfuratus</i>), venados (<i>Odocoileus virginianus</i>) u otras especies de fauna mayor.</p> <p>Por lo anterior, el grupo mejor representada son las Aves, las cuales debido a sus hábitos voladores, pueden tolerar la presencia humana y desplazarse rápidamente fuera del alcanza ante la primer señal de peligro.</p> <p>Asimismo, se debe señalar que la ubicación de los inmuebles del proyecto en la influencia de 2 carreteras ha menguado la distribución de la fauna silvestre.</p>	<p>Una vez que el Desarrollo turístico residencial y demás obras estén en fase de operación se debe de esperar que las condiciones que prevalecen actualmente para la fauna silvestre se vean mejoradas.</p> <p>Ya que para el mejoramiento de la imagen escénica del desarrollo, se debe incorporar espacios verdes. Por otra parte, se confirma que la fauna actual refiere la presencia de grupos de organismos que suelen convivir cerca del ser humano. Por lo que durante la operación del proyecto, estos podrán retornar a la zona y tolerar la presencia humana. Por otra parte, el proyecto no plantea la construcción de equipos que generen altas emisiones de ruido o calor que afecten el desarrollo de la vida natural, por lo que parte de estos organismos habrán de recuperar sus espacios.</p> <p>Asimismo, se debe considera que algunas de las especies que se distribuyen en la zona, son organismos que toleran bastante la presencia de actividades humanas, tal es el caso de la cenzontle (<i>Mimus gilvus</i>), luís grande (<i>Pithangus sulphuratus</i>), la iguana gris (<i>Ctenosaura similis</i>), entre otros.</p> <p>Asimismo, se espera que las actividades de jardinería que el proyecto tiene previstas, habrá de permitir la recuperación de pequeños nichos que serán aprovechados por las especies que están acostumbrados a convivir con el hombre y que en este caso son la mayoría de las reportadas, como son las lagartijas, las aves y en algunos situaciones los pequeños mamíferos registrados, como son: ardillas.</p>
PAISAJE	<p>Actualmente, en la zona del proyecto la relación natural suelo-vegetación y su entorno inmediato presenta fuertes modificaciones naturales y antrópicas.</p> <p>El elemento más relevante que ha modificado este factor está representado por el paso de huracanes como Wilma (2005). Además de la ubicación de 2 carreteras ha menguado la distribución de la fauna silvestre.</p> <p>De acuerdo con esta situación se requiere la incorporación urgente de predio a una actividad mucho más productiva y que debido a su ubicación muy cerca de zona urbana refiere su uso con fines comerciales.</p>	<p>Las variaciones en los elementos puntuales y locales del paisaje serán permanentes y lo largo de la vida útil del proyecto, además de que se prevé el uso mínimo de asfalto en la construcción de vialidades, proporcionando sutilmente una mejora para el desarrollo de los procesos naturales.</p> <p>Aunque el espacio no se habrá de recuperar, las actividades se considera permisibles toda vez que la zona está destinada para su uso urbano y de acuerdo a los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Isla de Cozumel.</p> <p>Por lo anterior, el paisaje local continuará teniendo una fuerte influencia antropocéntrica, por lo que se requiere de la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos que contribuyan a recuperar los espacios que no sean útiles al desarrollo del proyecto.</p>

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Tabla 8.1 Pronóstico del escenario ambiental que se puede esperar por la *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*.

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
MEDIO SOCIAL	<p>Actualmente, en el sitio del proyecto no se lleva a cabo ninguna actividad productiva. Por lo que existe la dominancia de una vegetación natural de selva baja con desarrollo predominante secundario.</p> <p>No obstante, en la Isla de Cozumel se requiere de la ampliación de los espacios destinados a las actividades turístico residenciales, en vista de las necesidades de la población y del crecimiento de la región. Además, se considera que la obra será benéfica para la población y en apoyo a la industria turística, que es la principal actividad en el municipio, por lo que se requiere que este crecimiento se refleje en más espacios y mejores bienes y servicios que se ofrezcan a los habitantes y población flotante que se ubica en la Isla.</p> <p>En otro sentido, los Inmuebles de interés se manifiestan como lotes baldíos rodeados de zonas comerciales y de servicios en operación y de constante tránsito de los visitantes de la zona.</p>	<p>Por el desarrollo del proyecto, no se afectarán las propiedades vecinas, pero se dotará al destino turístico de nuevos espacios que permitan la oferta de bienes y el crecimiento armonioso de las actividades comerciales en el ramo, ya que el proyecto es acorde a la política y normas establecidas en los instrumentos de planeación y ordenación ecológica y urbana vigentes para la localidad. De esta forma, se habrá de promover un gran beneficio social y económico.</p> <p>En el ámbito social, se fortalecerá la oferta de bienes y servicios y el desarrollo de las actividades comerciales, lo que beneficiará a la población y apoyará la infraestructura turística y a la sociedad en general, en cumplimiento con el POEL, situación por demás necesaria y evitando con ello su crecimiento desordenado.</p> <p>Asimismo, el proyecto habrá de generar fuentes de empleos directos e indirectos, temporales y permanentes. Además, en la fase de construcción repercutirá en los centros de abasto de materiales, ya que se requiere de una serie de insumos, mismos que son ofertados en la ciudad Cozumel e incluso fuera del municipio y estado de Quintana Roo. Lo que generará una derrama económica que finalmente beneficiará a la comunidad.</p> <p>En la operación del proyecto la población será altamente beneficiada mediante la creación de mejores espacios y ofertas que permitirán proteger la economía familiar y elevar la calidad de vida de la clase trabajadora y de la sociedad en su conjunto.</p> <p>Asimismo, la incorporación de los inmuebles a su uso residencial turístico, permitirá que no sean sitios para la disposición clandestina de desechos, la generación de fauna nociva, sitios de reunión de malvivientes, etc.</p>

VIII.5. Programa de manejo ambiental

El programa de vigilancia ambiental, se integrará en primera instancia a través del nombramiento de un responsable ambiental, cuyas actividades incluyen precisamente la vigilancia en el cumplimiento de las condicionantes ambientales y que deberá funcionar desde antes del inicio de los trabajos y hasta el inicio de la operación del proyecto.

Dentro de sus funciones estará elaborar el Programa Calendarizado de Cumplimiento de Condicionantes y Medidas de Mitigación propuestas en el presente estudio y lo dará a conocer a los responsables de cada una de las áreas en las que se divida el trabajo constructivo.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Objetivo

El Programa de Vigilancia Ambiental habrá de establecer un sistema que para el seguimiento de variables físicas, químicas, biológicas, sociales y económicas, que indiquen, en su caso, cambios negativos en el comportamiento del sistema ambiental, como resultado de la ejecución de las diversas etapas del proyecto denominado *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa: Condominios, Club de Playa y Centro de Buceo*.

Selección de variables y unidades de medición.

Los parámetros que permitan garantizar la viabilidad del proyecto deberán ser seleccionados de acuerdo al grado de susceptibilidad que poseen con base en la significancia de los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto, en función de la magnitud del impacto y la importancia del componente ambiental afectado. Por ello estas unidades de medición a monitorear se muestran de manera resumida en la **Tabla 8.2**.

Tabla 8.2 Variables a medir por componente ambiental.	
COMPONENTE AMBIENTAL	VARIABLE A MEDIR
Aire	Calidad, visibilidad y ruido.
Agua	Situaciones que, en su caso, favorezcan procesos de inundación.
Suelo	Perfil, drenaje vertical, erosión.
Flora terrestre y acuática	Rescate, reforestación y reubicación.
Fauna terrestre y acuática	Rescate, reubicación y traslado de ejemplares.
Paisaje	Homogeneidad e impacto visual.
Antropogénico	Pérdida, en su caso, de patrimonio cultural.

Aire.

Un adecuado seguimiento de la urbanización que promueve el proyecto requiere un enfoque integral que incluya el conocimiento de los factores que pueden modificar la calidad de aire. Así como determinar la ubicación con respecto a las áreas comerciales, habitacionales, etc., que puedan incumplir las normas establecidas. Como referencia, en materia de emisiones a la atmósfera de fuentes móviles y ruido de fuentes móviles y fijas, pueden mencionarse las siguientes normas:

- NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites de emisión de gases contaminantes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los límites de opacidad de gases del escape de los Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.
- 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; y
- NOM-081-SEMARNAT/1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Una consideración de importancia en este aspecto es que en la zona no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes a la atmósfera.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Agua.

El promovente participará de manera proactiva en el proceso de elaborar el proyecto de índole comercial tomando en consideración las condiciones naturales de la zona para evitar inundaciones que afecten a la población, además de diseñar y elaborar sistemas para drenaje pluvial en la zona del proyecto.

Suelo

La eliminación de la cobertura vegetal del suelo se hará apropiadamente para evitar la degradación del suelo y no afectar el desarrollo de las estructuras de los horizontes superficiales del mismo, para que no sean susceptibles a la erosión y degradación.

Para evitar el riesgo de derrames accidentales de los combustibles que utilice la maquinaria y el equipo a emplear en la obra, se supervisará que se tomen las medidas preventivas y correctivas adecuadas.

En las áreas de almacenamiento temporal de líquidos deberán tomarse medidas o instalarse sistemas de contención con una capacidad similar a la almacenada para evitar derrames hacia el suelo natural, contando con los procedimientos de seguridad correspondientes para su supervisión y mantenimiento. En caso de depositarse combustible dentro de los Inmuebles de interés durante las obras, deberá elaborarse una Bitácora de registro para las entradas y salidas de combustible y cuando se determinen derrames en suelo natural, se contemplará la posible necesidad de realizar muestreos en el suelo conforme a lo establecido en la legislación y regulaciones aplicables.

Para el manejo y disposición final adecuados de los residuos sólidos, deberá cumplirse con la legislación aplicable en esa materia. Los residuos sólidos no reutilizables o reciclables, tendrán su destino final en el tiradero municipal de la ciudad de Cozumel. En este caso, se podrá establecer un programa de traslado de desechos para su disposición adecuada, y se mantendrán limpias las áreas de maniobra y los alrededores de la bodega de materiales.

Flora terrestre y acuática

Se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reforestación de especies de flora dentro de los predios de interés, monitoreando la sobrevivencia y el establecimiento de los ejemplares sujetos a manejo. Este programa se podría realizar en coordinación con alguna Unidad Académica u Organismo gubernamental, o bien, por la contratación de una empresa responsable por parte del promovente.

Fauna terrestre y acuática

Se contempla el rescate, traslado y reubicación de especies de fauna silvestre que puedan ubicarse dentro de los predios de interés. Posteriormente y de acuerdo a las necesidades se podrá llevar a cabo un monitoreo de las poblaciones de fauna dentro de esos predios, en su caso, para conocer el estado en que se encuentran. Este programa se podría realizar, de ser aplicable y necesario, en coordinación con alguna Unidad Académica u Organismo gubernamental; o bien, por la contratación de una empresa responsable por parte del promovente.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

Antropogénico

Uno de los principales impactos que se generarán por la ejecución de proyecto, será en el ámbito social. Por lo que se deberán abordar aspectos generales como son:

- Algún incidente que involucre las instalaciones podría ser, en su caso, responsabilidad de *MD Arquitectura e Ingeniería, S.A. de C.V.*
- Para ello, las contingencias o accidentes que se susciten en la zona serán atendidas y reportadas a las autoridades y organismos competentes según lo disponga la regulación aplicable.
- Se deberá contar con un Programa de Prevención y Atención de Accidentes, el cual establezca las medidas a desarrollar en caso de que acontezca alguno.
- En la zona existe la susceptibilidad de la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos (huracanes), por lo que la empresa deberá tomar las acciones que procedan de acuerdo con la legislación aplicable en materia de protección civil.
- Las instalaciones eléctricas, de comunicación e hidráulicas serán, en la medida que sea factible y apropiado, preferentemente subterráneas y de materiales flexibles y completamente aislados para evitar el corte del suministro ante una contingencia ambiental.
- Las instalaciones deberán contar con vigilancia apropiada para mantenerlas seguras.

Calendario de actividades en el que se indique la duración del programa.

Este programa estará sujeto a modificación, de acuerdo al resolutivo ambiental que se genere por concepto de la autorización del proyecto objeto de esta manifestación de impacto ambiental. Por ello y debido a que se estima que las obras tomarán 12 meses, de manera general las actividades se han referido a un periodo de trabajo de 12 meses (**Tabla 8.3**).

Tabla 8.3 Aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental.													
ACTIVIDADES	MESES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Revisión de actividades del proyecto que, en su caso, puedan afectar la calidad del aire.	En caso de generarse alguna contingencia por emisiones a la atmósfera.												
Revisión de actividades del proyecto, que, en su caso, puedan afectar la calidad del suelo	En caso de identificación de derrames accidentales de combustibles o químicos en suelo natural.												
Mantener comunicación abierta y directa con las autoridades municipales, según se requiera, para prevenir y combatir inundaciones, en su caso, por precipitaciones extremas.	En caso de identificación de situaciones particulares												
Rescate y reubicación de flora silvestre.													
Rescate de fauna silvestre.													
Traslado y reubicación de fauna silvestre.													
Traslado de residuos sólidos.													
Monitoreo ambiental.													
Reforestación.	Rutinario y Conforme al avance de la obra												

- Lineamientos a considerar dentro del Programa de Vigilancia Ambiental.

Los lineamientos generales sobre los que trabajará el equipo de protección ambiental, son los siguientes:

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

- a) Se establecerá un amplio contacto con los responsables de área, estableciendo reuniones de trabajo cada mes en los cuales se considerará como punto de partida, el avance de las actividades con respecto al Programa Calendarizado.
- b) Se impartirá capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.
- c) Se diseñarán Lineamientos de Protección Ambiental, que definan las responsabilidades del constructor y del personal en relación a la protección de los ecosistemas. Estos Lineamientos incluirá los siguientes rubros:
 - o Disposiciones generales.
 - o Aguas residuales.
 - o Residuos sólidos.
 - o Contaminantes a la atmósfera.
 - o Protección de flora y fauna silvestre.
 - o Sanciones.
- d) Se generará un procedimiento ambiental para la vigilancia que incluya la elaboración de memorandos, circulares y escritos que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión efectuada.
- e) Se presentarán informes a las autoridades ambientales, cuando así lo disponga la legislación aplicable.

VIII.4. Conclusiones

Una vez que se ha integrado la presente Manifestación de Impacto Ambiental en referencia al proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

1. La promotora del presente proyecto es la empresa *MD Arquitectura e Ingeniería, S.A. de C.V.*, la cual cuenta con un contrato de comodato con *Inmobiliaria Punta Tormentos S.A. de C.V.*, para el usufructo de los inmuebles referidos.
2. El proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa* se habrá de construir en un conjunto de predios que cuentan con una superficie conjunta de 10.37 Ha. Asimismo, se considera conveniente confirmar que toda esta superficie está integrada a la zona urbana de la ciudad de San Miguel de Cozumel, municipio de Cozumel, ya que el área está rodeada por vialidades, así como por desarrollos turísticos, comerciales y de servicios.
3. El sitio del proyecto se ubicará en un conjunto de predios identificados como Lote 43, Lote 43-1, Lote 46 (Vialidad norte), Lote 46-1, Lote 46-2 y Lote 46-3 (vialidad sur). Los cual se encuentran ubicados de manera aledaña y a la altura del Kilómetro 11+445.9 de la Carretera Costera Sur, en la porción suroeste de la Isla de Cozumel, municipio de Cozumel, Quintana Roo.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

4. El proyecto incluye la construcción de 5 edificios en *Condominios, un Club de Playa y un Centro de Buceo*, que contará como atractivo con un embarcadero rústico de madera de 120 m de largo. Por lo que se habrá de requerir de una superficie de 1.01 Ha (3.59 Ha para todas las etapas).
5. Se señala que en el 100 % de la superficie donde se desea ubicar el proyecto tiene uso de suelo Turístico residencial y Turístico hotelero.
6. Que se ha encontrado que la zona se cubre con una selva baja subcaducifolia con vegetación secundaria arborea y arbustiva, en la cual se distribuye una sola especie de flora incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que es *Thrinax radiata* (chit).
7. En lo referente a la fauna silvestre, en la zona del predio de interés se distribuyen las especies propias de las zonas urbanas como son los zanates y el ceniztle. Además, se distribuyen 8 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
8. La zona está regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (POEL), el cual indica que el proyecto se encuentra dentro de la UGA A4 con un uso apto para el desarrollo de la actividad que se propone.
9. En el aspecto de impactos generados al ambiente, se identificaron 16 medidas de mitigación que contribuirán al mejor desarrollo del proyecto, por lo que no se afectará al ambiente ni se perderá la calidad del paisaje.
10. El proyecto considera la importancia de la mejora de servicios que se ofrecen a la comunidad y que redundan en elevar la calidad de vida para la clase trabajadora y para ofrecer mejores bienes y servicios a los visitantes de la Isla de Cozumel, por lo que este proyecto finalmente tiene un carácter benéfico.
11. Finalmente, se confirma que la realización de la urbanización en los Inmuebles no producirá impactos negativos significativos en los sistemas locales debido a:
 - Los materiales propios del proceso constructivo no liberan sustancias ni compuestos contaminantes.
 - Se habrá de promover un impacto moderado en el paisaje en el ámbito local fomentando el componente urbano.
 - Se mitigarán las afectaciones a la flora promoviendo la ornamentación y reforestación final que se deberá dar a las distintas áreas verdes que contempla el desarrollo.
 - Se dará un manejo adecuado a los residuos sólidos y líquidos que se generen por las distintas actividades de la obra, mismos que serán dispuestos a través de los servicios públicos municipales.
 - El proyecto planteado, al ser componente de la urbanización y los servicios previstos en el POEL del municipio de Cozumel, favorecerá de manera notable al componente antropogénico e inducido, pero podría afectar de manera moderada al elemento natural, de no tomarse medidas apropiadas, por lo que durante el proceso constructivo deberá

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS Y CLUB DE BUCEO**

considerar su protección a través de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que fueron identificadas para el proyecto en la presente manifestación.

12. En resumen, se puede observar que los impactos sobre el medio que generará este proyecto son moderados y mitigables para la zona en que éste se realizará. A lo cual coadyuvará enormemente el cumplimiento con las medidas de mitigación y prevención de impactos propuestas en esta manifestación, así como el cumplimiento de la legislación, reglamentación y normatividad ambiental vigente.
13. Con base a lo anterior, la realización del proyecto *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, se considera ambientalmente viable, conforme a las medidas de mitigación expresadas en el presente estudio. Así también deberá contemplarse la importancia de la zona como área prioritaria para la regulación del crecimiento urbano de la Isla de Cozumel.

CAPITULO IX

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

Contenido

IX.1. Formatos de presentación	2
IX.2. Productos resultantes	2
IX.2.1. Textos.....	3
IX.2.2. Figuras.....	3
IX.2.3. Planos.....	3
IX.2.4. Fotografías.....	3
IX.2.5. Documentos legales.....	3
IX.2.6. CD con información.....	4
IX.2.7. Recibo de pago de derechos.....	4
IX.3. Bibliografía consultada.....	4

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

IX.1. Formatos de presentación

Para la integración del presente *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B* del proyecto denominado *Ampliación del Plan Maestro Bahía Turquesa*, se realizaron diversos trabajos de campo y de gabinete. Así como, interacciones entre personal con diversas disciplinas.

Desde el punto de vista técnico, se realizaron estudios complementarios, revisiones bibliográficas, visitas de campo, muestreos y análisis fotográfico y cartográfico (fotografías aéreas y cartas temáticas del INEGI en escala 1:250,000 y la carta topográfica en escala 1:50,000).

Asimismo, una parte fundamental del proyecto ha sido la revisión de los instrumentos de planeación vigentes como son:

- El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Cozumel (Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo del 21 de octubre de 2008) y sobre él necesariamente se debe enfatizar que el proyecto se ubica dentro de la UGA A4, cuyo Uso de Suelo Predominante es Turístico Hotelero/Residencial turístico.
- El Programa de Manejo del Área Natural Protegida denominada Parque Nacional “Arrecifes de Cozumel”, creada según decreto federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996, lo anterior debido a que los inmuebles del proyecto se ubican de manera aledaña y dentro de la Zona III. Zona de Uso Intensivo.
- Asimismo se consideró el Decreto que agrega a la Ley General de Vida Silvestre el artículo 60 TER y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 1 febrero 2007.
- Además y dentro de las Normas Oficiales Mexicanas se consideró a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y NOM-022-SEMARNAT-2003, misma que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 10 de abril de 2003.

IX.2. Productos resultantes

El producto principal que se ha obtenido es el *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B* propiamente dicho. Este es un informe en extenso preparado con base en el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010.

De esta manera, el estudio cuenta de manera integrada textos, tablas, fotografías, figuras. Además de que al final del mismo se encuentra los anexos con la documentación legal que sustenta aquellas secciones referidas a la acreditación de las propiedad o de trámites llevados a

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

cabo ante los distintos niveles de gobierno y que regulan el uso de suelo, suministro de energía eléctrica y agua potable, etc.

IX.2.1. Textos.

Se hace referencia a los capítulos que integran el *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal* y en donde se detallan paso a paso los pormenores del proyecto. Una característica que se desea resaltar es que se ha tratado de concentrar la información hacia la región donde se ubica el proyecto, evitando en la gran mayoría de los casos hacer referencia de zonas que no están relacionadas con el sitio de obra. Además de que en todas las situaciones, se ha evitado considerar al estado de Quintana Roo en su conjunto como el marco de referencia principal del proyecto.

IX.2.2. Figuras.

Dentro del documento se han integrado las figuras esquematizadas en donde se representan aspectos como la geología, suelos, regiones hidrológicas, etc. Éstas se han realizado con base en la cartografía preparada por el INEGI y otras organizaciones, que versan sobre la información básica del estado de Quintana Roo. Además de que en algunos casos, se ha realizado con base en los registros bibliográficos que se encuentran en la literatura especializada.

IX.2.3. Planos.

Integrados al documento y de acuerdo con la consideración temática, se encuentran los planos georeferenciados, de acuerdo al Artículo 11, fracción XXVII del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS). Asimismo, en el anexo final se encuentran los planos constructivos, en donde se muestran todos los detalles técnicos a realizar en la zona y en lo que corresponde a profundidades, dimensiones, etc. En donde además se puede previsualizar que no se realizará un impacto doloso en los ecosistemas de la zona.

IX.2.4. Fotografías.

Las fotografías del sitio donde se realizará la obra se muestran de manera integrada al texto, por lo que mediante imágenes a color se muestran algunos de los escenarios en torno al proyecto. En especial, en lo que se refiere a la características de la vegetación y, de manera general, al sitio en donde se llevará a cabo la obra.

IX.2.5. Documentos legales.

Los documentos legales se encuentran al final del *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal* y en el apartado denominado ANEXOS. Dentro de éstos se ha ubicado la documentación legal del predio y de la empresa promovente del proyecto que consiste entre otros en:

- Copia Certificada de los Títulos de propiedad del conjunto de predios.
- Copia Certificada del Acta Constitutiva de la empresa promovente.
- Copia Certificada del Poder del representante legal.
- Copia del RFC de la empresa promovente.
- Copia de identificación del promovente.
- Copia del RFC de la empresa consultora.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- Registro e Identificación del responsable de la elaboración del *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo*.

IX.2.6. CD con información.

Con la finalidad de intercambiar información con las dependencias de gobierno, ONG's, Centros de Investigación y público en general, se presenta toda la información contenida en el presente documento en formato digital.

IX.2.7. Recibo de pago de derechos.

De manera anexa se encuentra la copia del pago de derechos por recepción y evaluación del *Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de Uso de Suelo*.

IX.3. Bibliografía consultada

Aguilera, H. N. 1958. Los Suelos. *En*. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II parte. Tomo 2. Ed. IMERNAR, México.

Cabrera, E.F., M. Sousa y O. Téllez. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO-SEDUE. 224 p.

CNA. 1996. Parámetros climáticos de Temperatura y Precipitación. Archivo de uso interno. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Quintana Roo.

Esquivel, P., *et al*. 1991. Química agrícola, Manual de prácticas. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. 49 p.

Franco, J., *et al*. 1985. Manual de ecología. Editorial Trillas. pp. 130.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 1981. Atlas General. Ediciones del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo, México. 134 p.

INEGI. 1984. Geología de la República Mexicana. Facultad de Ingeniería-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 88 p.

INEGI. 1988. Carta Geológica Cozumel F-16-11. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1988. Carta Edafológica Cozumel F-16-11. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1988. Carta Aguas Superficiales Cozumel F-16-11. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1988. Carta Aguas Subterráneas Cozumel F-16-11. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

**CAMBIO DE USO DEL SUELO EN TERRENOS FORESTALES
AMPLIACION DEL PLAN MAESTRO BAHIA TURQUESA:
CONDOMINIOS, CLUB DE PLAYA Y CENTRO DE BUCEO**

- INEGI. 1994. Cuaderno Estadístico Municipal. Cozumel, estado de Quintana Roo. Ed. Gobierno del estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Geografía e Informática y H. Ayuntamiento Constitucional de Benito Juárez. 113 p.
- Jáuregui E., J. Vidal y F. Cruz. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el período 1871-1978. *En: Memorias del Simposio Quintana Roo Problemática y Perspectiva*, CIQRO-UNAM. pp. 47-61.
- Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. *En: Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento*. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.
- Navarro, L., D y J.G. Robinson (editores). 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CIQRO-University of Florida. 471 pp.
- Phillips, E. A. 1957. *Methods of vegetation study*. Holt. Dryden Book. 108 p.
- Robles-Ramos, R. 1958. Geología y geohidrología. *En. Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Parte II, Tomo 2. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. pp. 55-92.
- S.A.H.R. 1988. Sinopsis Geohidrológica del Estado de Quintana Roo. Dirección General de Administración del Agua. Gerencia de Aguas Subterráneas. México. 50 p.
- Sánchez, A. 1980. Características generales del medio físico de Quintana Roo. *En: Quintana Roo y Perspectiva*, Memorias del Simposio CIQRO-UNAM. pp. 30-32.
- Sapper, K. 1977. Geología de la Península de Yucatán. *En. Enciclopedia Yucatanense*. Tomo I. Edición Oficial del Gobierno de Yucatán. pp. 19-28.
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial. Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre del 2010.
- Sousa, M. y E.F. Cabrera. 1983. Listados Florísticos de México. II. Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. 100 p.
- Weidie, 1982. Lineaments of the Yucatan Peninsula and fractures of the central Quintana Roo Coast. *En: GSA field trips No. 10*. New Orleans Geological Society.