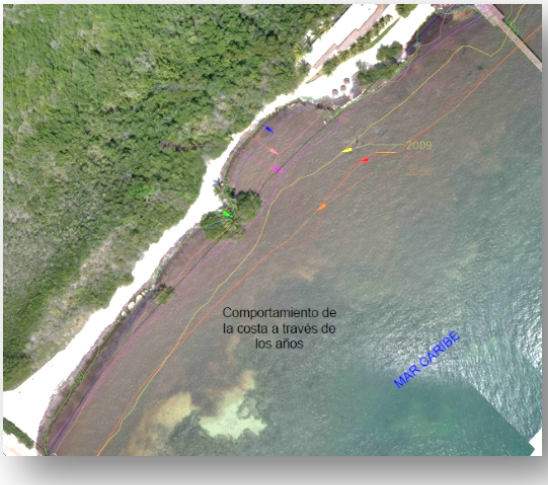
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Particular

ANDADOR Y REFORESTACIÓN DE LA BARRA DE ARENA



ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Febrero 2025

Contenido

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO I-1
I.1.1 Nombre del Proyecto I-1
I.1.2 Ubicación del proyecto I-1
I.1.3 Duración del proyecto I-1
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE I-2
I.2.1 Nombre o razón social I-2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente I-2
I.2.3 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones I-2
I.2.4 Nombre del responsable técnico del estudio I-2

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO II-3

II.1 NATURALEZA DEL PROYECTO II-3
II.1.1 Justificación II-3
II.1.2 Objetivos del proyecto II-6
II.1.3 Ubicación del Proyecto II-6
II.1.4 dimensiones del proyecto II-11
II.1.5 Inversión requerida II-13
II.1.6 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos II-13
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO II-13
II.2.1 Programa de trabajo II-13
II.2.2 Etapa de preparación del sitio y construcción II-14
II.2.3 Operación y mantenimiento II-17
II.2.4 Etapa de abandono del sitio II-18
II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. II-18
II.2.6 Generación de gases efecto invernadero II-18
II.3 CONCLUSIONES CAPITULO II II-20

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. III-21

III.1 LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES III-21
III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. III-21
III.1.2 Ley General de Vida Silvestre III-22
III.2 ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS III-25
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. III-25
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad III-40
III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS III-50
III.3.1 NOM-022-SEMARNAT-2003 ..... III-50
III.3.2 NOM-059-SEMARNAT-2010. ..... III-57
III.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS III-58

III.4.1 Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de La Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano. (RBCM) *III-58*
III.5 ÁREAS PRIORITARIAS. III-60
III.6 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL PROYECTO Y LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS: III-62

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. IV-63

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO ... IV-63
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL IV-67
IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA IV-67
IV.3.1 Medio abiótico terrestre *IV-67*
IV.3.2 Medio abiótico marino. *IV-72*
IV.3.3 Medio biótico terrestre. *IV-92*
IV.3.4 Medio biótico marino. *IV-100*
IV.3.5 Especies en la nom-059-semarnat-2010. ..... *IV-117*
IV.3.6 Medio socioeconómico *IV-117*
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL IV-122

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL V-127

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS V-127
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales *V-127*
V.2 . CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS V-129
V.2.1 Indicadores de impacto ambiental *V-129*
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS V-132
V.4 IMPACTOS RESIDUALES V-139
V.5 RESUMEN Y CONCLUSIONES V-141

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL. VI-142

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL VI-142
VI.1.1 Medidas de prevención y mitigación. *VI-142*
VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL VI-148

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. VII-150

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO VII-150
VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO VII-150
VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN. VII-151

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. VIII-152

VIII.1 BIBLIOGRAFÍA. VIII-152
VIII.2 ANEXOS VIII-154

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

ANDADOR Y REFORESTACIÓN DE LA BARRA DE ARENA.

(en adelante "**el proyecto**")

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se ubica en la playa (zona marina y zona federal marítimo terrestre) que colinda con el predio Rancho El Porvenir (en adelante *predio colindante*) situado a la altura del kilómetro 301 de la carretera federal 307 en el Municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo. (En adelante *Playa Bahía del Carmen*).

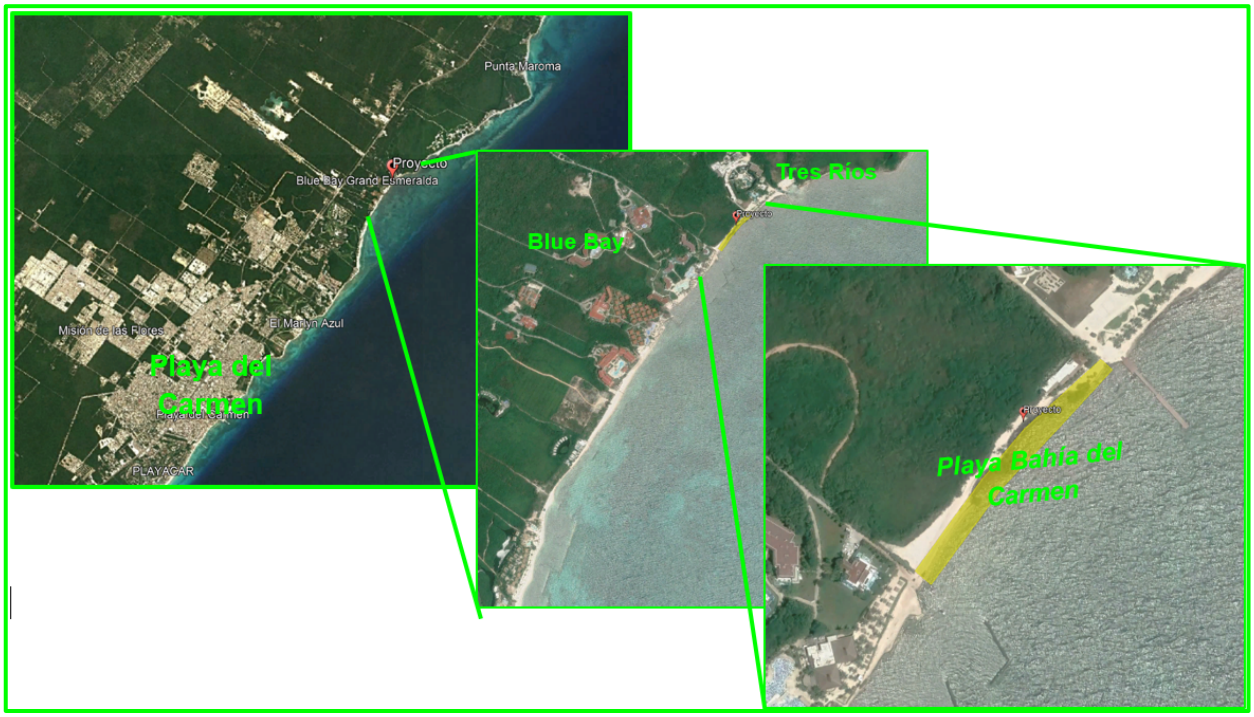


Figura 1. Ubicación de la Playa Bahía del Carmen, al norte colinda con la playa del Hotel Tres Ríos y al sur con la playa del Hotel Blue Bay (Imagen tomada de Google earth con fecha del 2019).

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO

Para la etapa de preparación y construcción se solicitan 24 meses. Para la etapa de operación se solicitan 25 años para la permanencia del andador y el mantenimiento de la barra de arena.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

EGISTRO EDERAL DE ONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.3 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto que se propone surge de la necesidad de proteger la playa que se ha visto afectada por la erosión de forma severa y al mismo tiempo promover la recuperación de la barra de arena a través de la reforestación con especies nativas características de la duna costera en Quintana Roo, vegetación que se ha visto más afectada que los manglares al no estar protegidas.

La Barra de Arena se ha erosionado de forma acelerada en los últimos años, poniendo en riesgo el manglar de franja que se desarrolla al interior del predio, no sólo por el embate del oleaje, sino porque los transeúntes que caminan muy cerca del manglar para poder pasar en la playa.

El proyecto se divide en tres etapas:

1. En la primera etapa de el proyecto se propone realizar un **andador peatonal** que permita a la gente que camina en la zona, rodear la poca playa que queda para evitar que contribuyan a su erosión.
2. En la segunda etapa realizar la restauración (recolocación de arena) y reforestación de la barra de arena, que consiste en conformar una duna en la barra de arena y reforestarla con vegetación halófita rastrera característica de duna costera que le dé estabilidad.
3. Colocar una palizada con elementos naturales de la región que funcionen como trampas de arena, y disminuyan la perdida de la arena recolocada.

En la serie de imágenes que se presentan en el apartado ***II.1.1.Justificación***, se aprecia la acelerada erosión de la playa así como el aumento del número de estructuras que se han colocado en las playas vecinas en el sistema ambiental, lo que ha modificado la dinámica del litoral respecto al acarreo de arena, que para la playa del proyecto ha significado una acelerada erosión perdiendo 30 m aproximadamente de la amplitud de la barra de arena.

II.1.1 JUSTIFICACIÓN

¿Por qué se requiere un andador?

La playa Bahía del Carmen como se observa en las siguientes imágenes (**Figura 2**) ha perdido más de 30 m de amplitud a lo largo de 15 años y como se observa en la **Figura 3** desde el 2016 la perdida ha sido más acelerada.

En la siguiente serie de imágenes se observa la línea roja la línea de pleamar en 2004 y en amarillo los límites del predio Rancho El Porvenir.

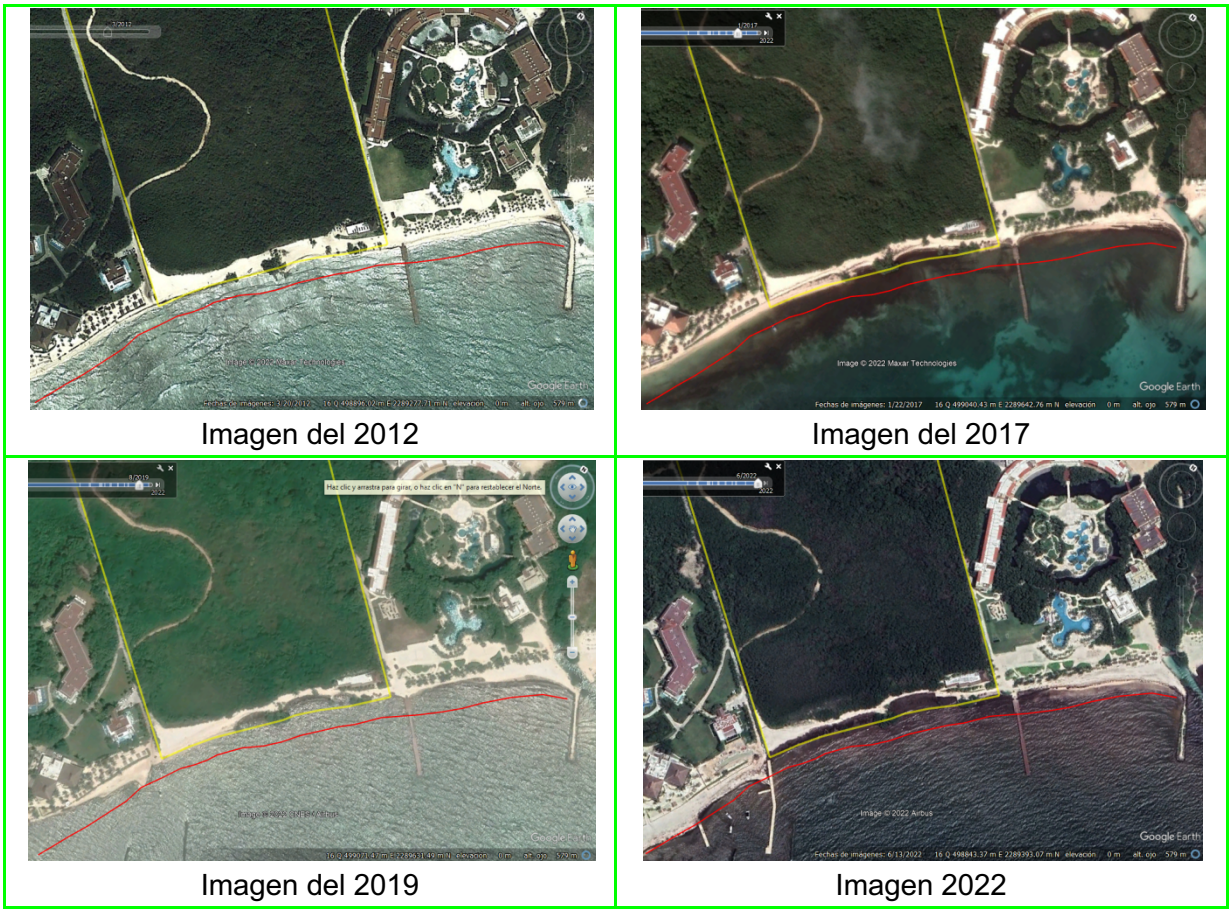


Figura 2. Imágenes satelitales (Google Earth) de la playa el Porvenir y las playas colindantes. Se observa que en ambas playas se han colocado estructuras paralelas y perpendiculares a la costa.

En la siguiente imagen (**Figura 3**) se observa el retroceso que ha tenido la playa del 2004 a la fecha, disminuyendo más de 30 m de amplitud, y los transeúntes los hoteles colindantes pasan agarrándose del manglar, lo que contribuye a la erosión de lo que queda de arena.

Nota:

Es de aclarar que el club de playa y las obras al interior del predio colindante al proyecto cuentan con autorización en materia de impacto ambiental, forma parte del proyecto denominado Bahía del Carmen autorizado en materia de impacto ambiental a través del oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/2726/09, emitido el 22 de mayo de 2009 (anexo), por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT la cual se encuentra vigente de acuerdo al oficio SRA/DGIRA/DG-03649-24 de 8 de septiembre de 2024. (Ver en anexos)

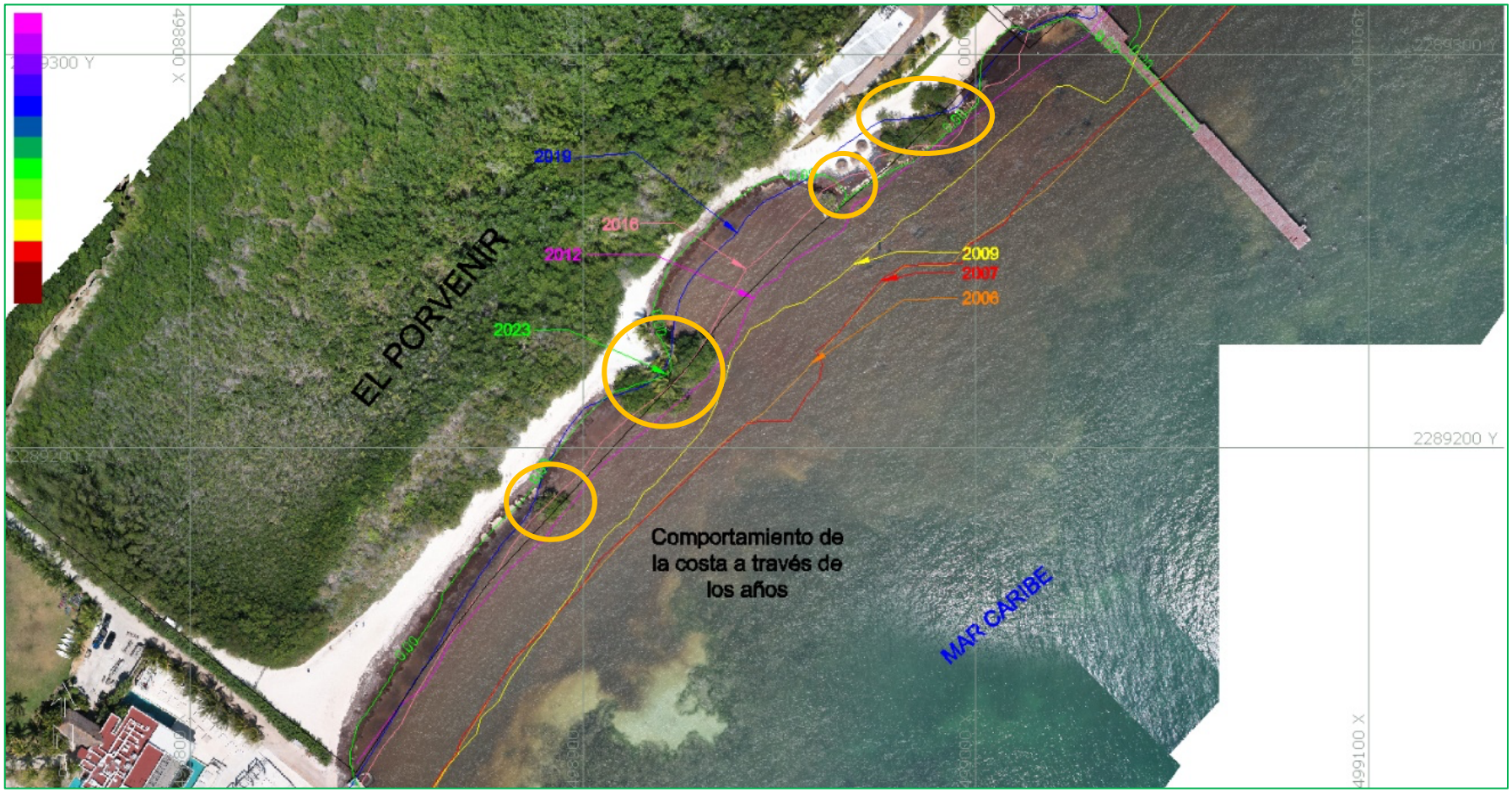


Figura 3. Comparativo de líneas de costa del 2006 al 2023 y fotogrametría actualizada en marzo del 2023. Los círculos amarillos son los relictos de manglar que cada vez se reducen más.

II.1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto son

1) **Construir un andador para proteger la barra de arena** para evitar que el paso de los transeúntes aumente la erosión.
2) **Proteger el manglar** al interior del predio que llamaremos en adelante "**Manglar de franja**", que puede verse dañado por el paso de las personas que se internan cuando ya no hay paso en la barra de arena erosionada.
3) **Recolocar arena y reforestar** recuperar parte de la amplitud de la barra de arena hasta la altura de los relictos de manglar, y estabilizar la arena con vegetación halófita de duna costera.



Figura 4. Sitios que están en peligro debido a la erosión de la playa. (Imagen de 2024 tomada de Google Earth)

II.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la Bahía que se forma entre Punta Bete al sur y Punta Chunchuen al norte como se observa en la imagen. (**Figura 5**).

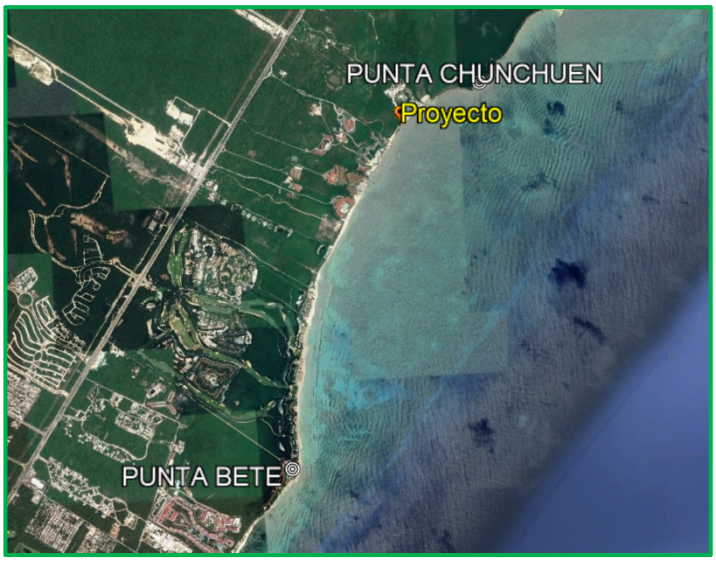


Figura 5. Macrolocalización del proyecto.

Las coordenadas del andador son:

Tabla 1. Coordenadas del andador.

CUADRO DE CONSTRUCCION ANDADOR DE PLAYA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S UTM	
EST	PV				NORTE (Y)	ESTE (X)
				1	2,289,301.999	499,006.628
1	2	S 01°32'35.35" E	2.89	2	2,289,299.109	499,006.706
2	4	S 37°00'34.83" W CENTRO DE CURVA DELTA = 79°48'5.14" RADIO = 42.72	54.80 LONG. CURVA = 59.50 SUB.TAN.= 35.72	4 36	2,289,255.347 2,289,296.954	498,973.718 498,964.043
4	6	S 42°35'48.98" W CENTRO DE CURVA DELTA = 72°3'6.60" RADIO = 37.85	44.53 LONG. CURVA = 47.60 SUB.TAN.= 27.53	6 34	2,289,222.569 2,289,218.237	498,943.580 498,981.185
6	8	S 44°44'54.89" W CENTRO DE CURVA DELTA = 72°20'25.11" RADIO = 30.98	36.56 LONG. CURVA = 39.11 SUB.TAN.= 22.65	8 32	2,289,196.602 2,289,227.189	498,917.840 498,912.951
8	10	S 42°58'06.76" W CENTRO DE CURVA DELTA = 67°9'47.07" RADIO = 13.15	14.55 LONG. CURVA = 15.42 SUB.TAN.= 8.73	10 30	2,289,185.957 2,289,183.812	498,907.924 498,920.899
10	12	S 41°36'20.23" W CENTRO DE CURVA DELTA = 68°42'47.03" RADIO = 21.85	24.67 LONG. CURVA = 26.21 SUB.TAN.= 14.94	12 28	2,289,167.514 2,289,188.715	498,891.546 498,886.245
12	14	S 41°28'11.56" W CENTRO DE CURVA DELTA = 68°59'4.37" RADIO = 24.20	27.41 LONG. CURVA = 29.13 SUB.TAN.= 16.63	14 26	2,289,146.978 2,289,144.039	498,873.398 498,897.416
14	16	S 26°28'56.99" W CENTRO DE CURVA DELTA = 39°0'35.23" RADIO = 19.64	13.11 LONG. CURVA = 13.37 SUB.TAN.= 6.96	16 24	2,289,135.240 2,289,149.364	498,867.549 498,853.903
16	18	S 62°47'12.51" W CENTRO DE CURVA DELTA = 33°35'55.83" RADIO = 30.12	17.41 LONG. CURVA = 17.66 SUB.TAN.= 9.09	18 22	2,289,127.278 2,289,156.901	498,852.066 498,846.622
18	19	S 79°35'10.43" W	11.05	19	2,289,125.281	498,841.198
19	20	N 29°47'01.65" W	4.24	20	2,289,128.961	498,839.092
20	21	N 79°35'10.43" E	12.46	21	2,289,131.212	498,851.343
21	23	N 62°47'12.51" E CENTRO DE CURVA DELTA = 33°35'55.83" RADIO = 26.12	15.10 LONG. CURVA = 15.32 SUB.TAN.= 7.89	23 22	2,289,138.116 2,289,156.901	498,864.770 498,846.622
23	25	N 26°28'56.98" E CENTRO DE CURVA DELTA = 39°0'35.23" RADIO = 15.64	10.44 LONG. CURVA = 10.65 SUB.TAN.= 5.54	25 24	2,289,147.464 2,289,149.364	498,869.427 498,853.903
25	27	N 41°28'11.56" E CENTRO DE CURVA DELTA = 68°59'4.37" RADIO = 28.20	31.94 LONG. CURVA = 33.95 SUB.TAN.= 19.37	27 26	2,289,171.394 2,289,144.039	498,890.576 498,897.416
27	29	N 41°29'59.28" E CENTRO DE CURVA DELTA = 68°55'28.93" RADIO = 17.85	20.21 LONG. CURVA = 21.48 SUB.TAN.= 12.25	29 28	2,289,186.527 2,289,188.715	498,903.965 498,886.245
29	31	N 43°06'35.42" E CENTRO DE CURVA DELTA = 68°0'8.63" RADIO = 17.15	19.18 LONG. CURVA = 20.36 SUB.TAN.= 11.57	31 30	2,289,200.530 2,289,183.812	498,917.073 498,920.899
31	33	N 44°57'51.42" E CENTRO DE CURVA DELTA = 72°29'30.36" RADIO = 26.98	31.90 LONG. CURVA = 34.13 SUB.TAN.= 19.78	33 32	2,289,223.100 2,289,227.189	498,939.615 498,912.951
33	35	N 42°36'17.34" E CENTRO DE CURVA DELTA = 71°51'51.41" RADIO = 41.85	49.12 LONG. CURVA = 52.50 SUB.TAN.= 30.33	35 34	2,289,259.256 2,289,218.237	498,972.867 498,981.185
35	37	N 36°58'03.50" E CENTRO DE CURVA DELTA = 79°43'2.47" RADIO = 38.72	49.63 LONG. CURVA = 53.87 SUB.TAN.= 32.33	37 36	2,289,298.907 2,289,296.954	499,002.711 498,964.043
37	1	N 51°42'29.70" E	4.99	1	2,289,301.999	499,006.628
SUPERFICIE = 1,033.28 m2						

*Se anexa plano con coordenadas, y el formato KML en los anexos en formato digital.

El polígono de la playa donde se recolocará la arena es desde el límite de la barra de arena actual, hasta el andador, rodeando los mogotes de mangle.

Se observa que en los mogotes de manglar no se colocará arena, ya que estos aún conservan sustrato entre sus raíces, se espera que la marea reacomode la arena, las áreas reforestadas rodearan los mogotes para protegerlos y estabilizar la arena a su alrededor.

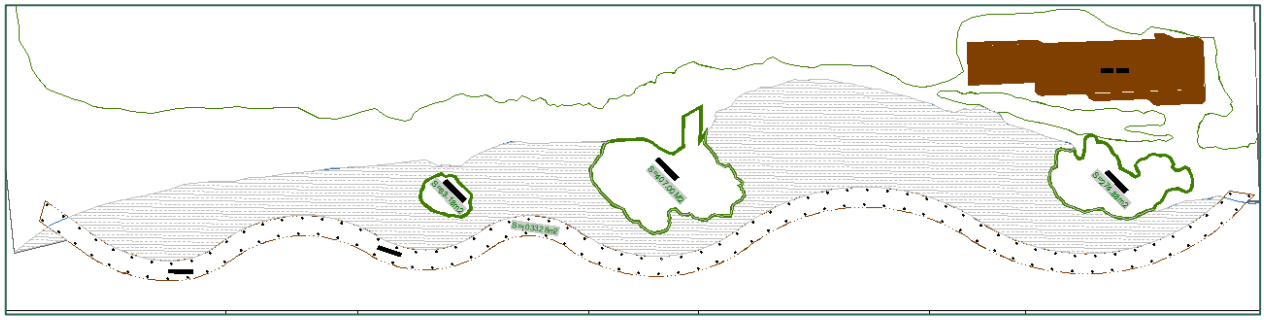


Figura 6. El área sombreada es la superficie dónde se recolocará arena para que se conforme un talud natural.

Bajo el muelle en el lado este del andador, o con vista a la playa, se contempla colocar una empalizada para retener la arena como lo recomienda el *Manual para la restauración de dunas costeras de la Península de Yucatán* (Mendoza-González, et. al. 2022) dejando espacios de 2 metros para el paso de fauna o personas.

Se proyecta que al estar sujetas a los pilotes del andador tendrán mejor estabilidad.

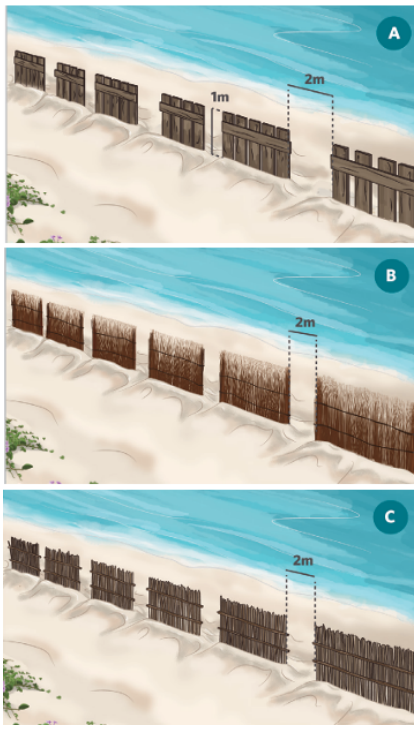
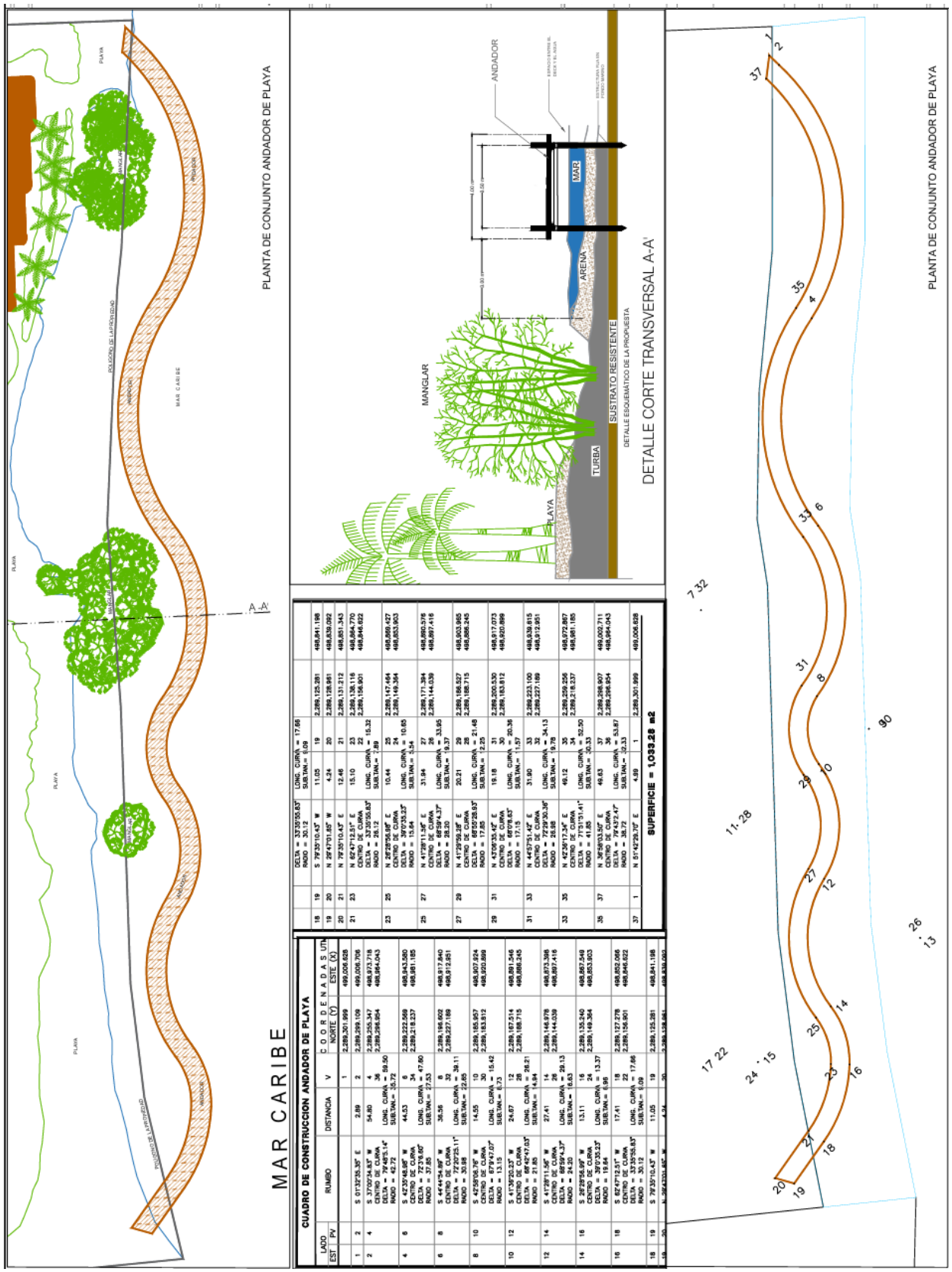


Figura 7. Captadores o retenedore elaborados con materiales de la región y removibles.



CUADRO DE CONSTRUCCION ANDADOR DE PLAYA

LADO EST	LADO PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM NORTE (Y)	COORDENADAS UTM ESTE (X)				
				1	2,289,301.999	499,006.628				
1	2	S 01°32'35.35" E	2.89	2	2,289,299.109	499,006.706				
2	4	S 37°00'24.83" W CENTRO DE CURVA DELTA = 76°49'5.14" RADIO = 47.73	54.80 LONG. CURVA = 58.50 SUBTAN.= 33.72	4 36	2,289,255.347 2,289,296.854	498,973.718 498,984.043				
4	6	S 42°39'46.98" W CENTRO DE CURVA DELTA = 72°31'6.60" RADIO = 37.85	44.33 LONG. CURVA = 47.60 SUBTAN.= 27.53	6 34	2,289,222.569 2,289,218.237	498,943.580 498,981.185				
6	8	S 44°44'54.88" W CENTRO DE CURVA DELTA = 77°22'53.11" RADIO = 30.68	36.56 LONG. CURVA = 39.11 SUBTAN.= 22.65	8 32	2,289,196.602 2,289,227.189	498,917.840 498,912.851				
8	10	S 42°59'05.76" W CENTRO DE CURVA DELTA = 87°04'47.07" RADIO = 13.10	14.55 LONG. CURVA = 15.42 SUBTAN.= 9.73	10 30	2,289,185.957 2,289,183.812	498,907.624 498,920.899				
10	12	S 47°39'22.37" W CENTRO DE CURVA DELTA = 68°42'47.03" RADIO = 21.85	24.07 LONG. CURVA = 26.21 SUBTAN.= 14.94	12 28	2,289,167.514 2,289,189.715	498,891.546 498,888.245				
12	14	S 41°28'11.56" W CENTRO DE CURVA DELTA = 88°59'4.37" RADIO = 24.20	27.41 LONG. CURVA = 29.13 SUBTAN.= 16.83	14 26	2,289,146.978 2,289,144.039	498,873.398 498,897.416				
14	16	S 28°39'56.99" W CENTRO DE CURVA DELTA = 39°01'35.23" RADIO = 14.95	13.11 LONG. CURVA = 13.37 SUBTAN.= 6.96	16 24	2,289,135.240 2,289,149.364	498,867.540 498,853.903				
16	18	S 82°47'13.51" W CENTRO DE CURVA DELTA = 33°35'55.83" RADIO = 30.12	17.41 LONG. CURVA = 17.66 SUBTAN.= 9.09	18 22	2,289,122.278 2,289,156.901	498,852.056 498,846.622				
18	19	S 79°35'10.43" W	11.05	19	2,289,125.281	498,841.198				
19	20	N 26°47'01.85" W	4.24	20	2,289,128.991	498,839.092				
20	21	N 79°35'10.43" E	12.46	21	2,289,131.312	498,851.343				
21	23	N 82°47'13.51" E CENTRO DE CURVA DELTA = 33°35'55.83" RADIO = 26.12	15.10 LONG. CURVA = 16.32 SUBTAN.= 8.39	23 25	2,289,136.116 2,289,164.661	498,864.770 498,846.622				
23	25	N 26°28'56.99" E CENTRO DE CURVA DELTA = 39°01'35.23" RADIO = 15.64	10.44 LONG. CURVA = 10.85 SUBTAN.= 5.54	25 24	2,289,147.464 2,289,149.364	498,868.427 498,853.903				
25	27	N 41°39'11.56" E CENTRO DE CURVA DELTA = 88°59'4.37" RADIO = 28.40	31.94 LONG. CURVA = 33.95 SUBTAN.= 18.37	27 26	2,289,171.394 2,289,144.039	498,880.576 498,897.416				
27	29	N 41°28'11.56" E CENTRO DE CURVA DELTA = 88°59'28.93" RADIO = 17.85	20.21 LONG. CURVA = 21.48 SUBTAN.= 12.25	29 28	2,289,186.937 2,289,188.318	498,903.985 498,888.245				
29	31	N 43°06'35.42" E CENTRO DE CURVA DELTA = 68°42'47.03" RADIO = 17.15	19.18 LONG. CURVA = 20.36 SUBTAN.= 11.57	31 30	2,289,200.530 2,289,183.812	498,917.073 498,920.899				
31	33	N 44°53'51.42" E CENTRO DE CURVA DELTA = 72°29'30.36" RADIO = 26.10	31.90 LONG. CURVA = 34.13 SUBTAN.= 19.76	33 32	2,289,223.100 2,289,227.189	498,939.815 498,912.951				
33	35	N 42°39'17.34" E CENTRO DE CURVA DELTA = 71°51'31.41" RADIO = 41.85	49.12 LONG. CURVA = 52.50 SUBTAN.= 30.33	35 34	2,289,259.255 2,289,218.237	498,977.867 498,981.185				
35	37	N 36°58'03.56" E CENTRO DE CURVA DELTA = 76°49'5.14" RADIO = 38.72	49.63 LONG. CURVA = 53.87 SUBTAN.= 32.33	37 36	2,289,298.907 2,289,296.854	499,002.711 498,994.043				
37	1	N 51°42'29.70" E	4.89	1	2,289,301.999	499,006.628				

SUPERFICIE = 1,033.28 m2

Figura 8. Ubicación del andador, el cuadro de coordenaadas es el de la tabla 1.

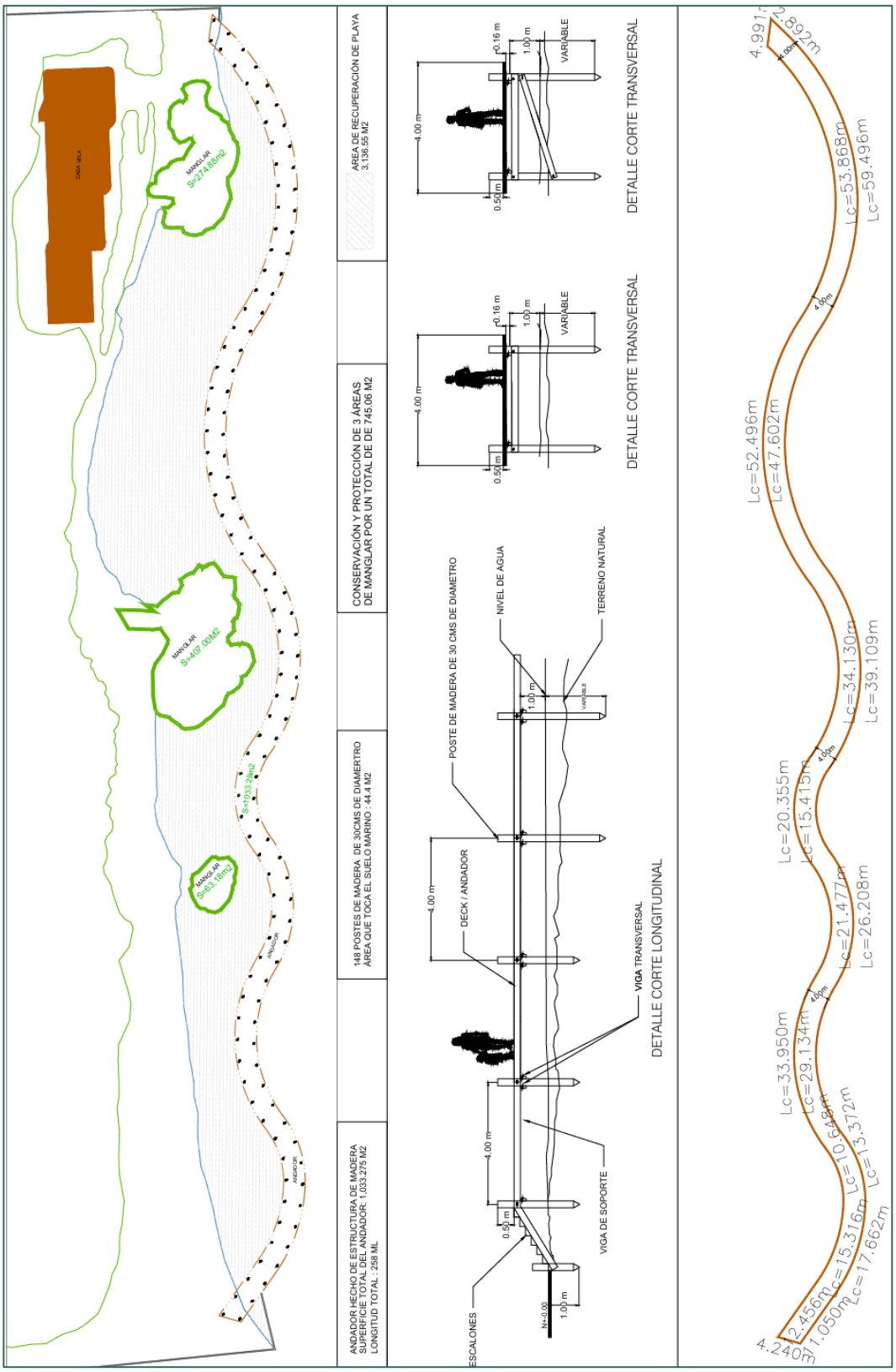


Figura 9. Detalles de las dimensiones del andador.

II.1.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El andador

El andador tendrá 5.0 m de ancho y 258 m de largo, con una superficie total de 1,033.27 m^2. La superficie de ocupación del suelo marino considerando que se requiere de 132 pilotes de 30 cm de diámetro (área= 0.07065 m^2) aproximadamente, por los 132 pilotes el área es de la superficie de ocupación es de 9.33 m^2.

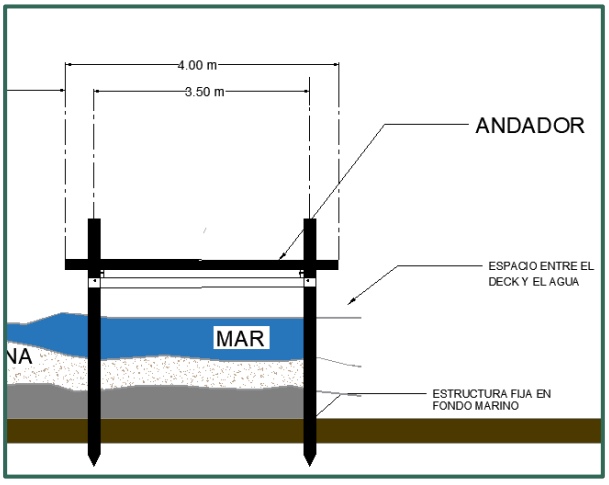


Figura 10. Corte transversal del andador.

Retenedores

Los retenedores se colocarían en empalizadas de 3 a 5 metros de amplitud, por 1 metro de alto y 2 m entre cada empalizada, la amplitud depende de los requerimientos de protección como prioridad son los mogotes de manglar y la parte media de la playa donde la erosión ya alcanzo la franja de manglar.

Es importante señalar que estas son fácilmente removibles por lo que si en el monitoreo de la playa se observa que causan algún impacto negativo se retirarían, y si se ve que su impacto es positivo y se requieren más en otra zona de la misma forma se podrá reajustar su ubicación.

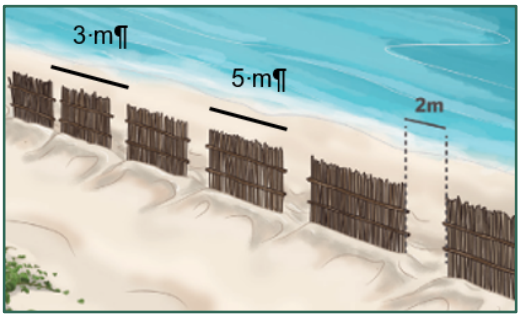


Figura 11. Captadores o retenedore elaborados con materiales de la región sobresaliendo 1 m de la arena.

Recolocación de arena

La superficie de playa donde se esparcirá la arena tiene una superficie de 3,181.4 m^2, de tal forma que se recuperaran 20 m de playa en la parte más erosionada y 14 m aproximadamente en el resto del frente de playa.

La arena que se requiere bombear del banco de arena a la playa es de 3 mil m^3, para esparcir arena y que quede aproximadamente de 20 centímetros sobre el nivel medio del mar, se le dará forma a un talud artificial hasta el andador, se espera que la arena se reacomode en el corto tiempo, conformando un talud natural.

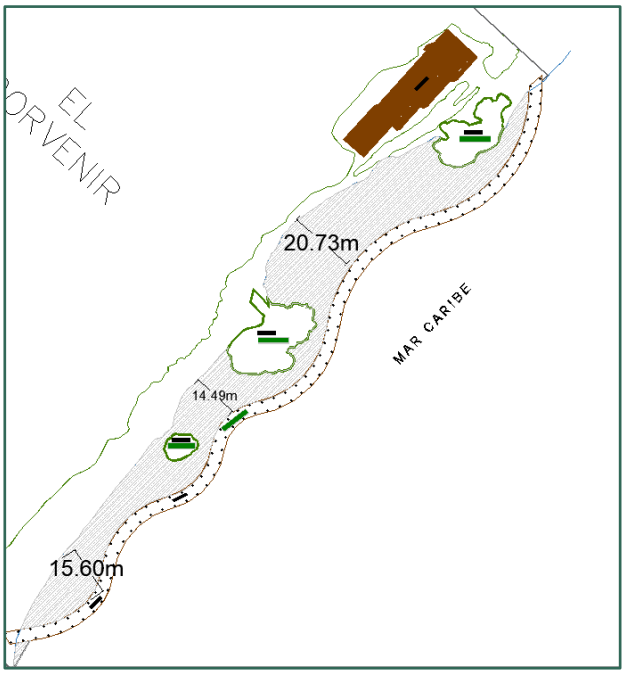


Figura 12. Amplitudes de la barra de arena a recuperar lo achurado.

El arenal que se ubica frente al predio tiene una superficie de 7,707 m^2 y presenta una profundidad mayor a 1.8 m (largo de la varilla utilizada para medir), y se tendrá cuidado de no extraer más de 1 metro para reubicar esta arena sobre la playa.

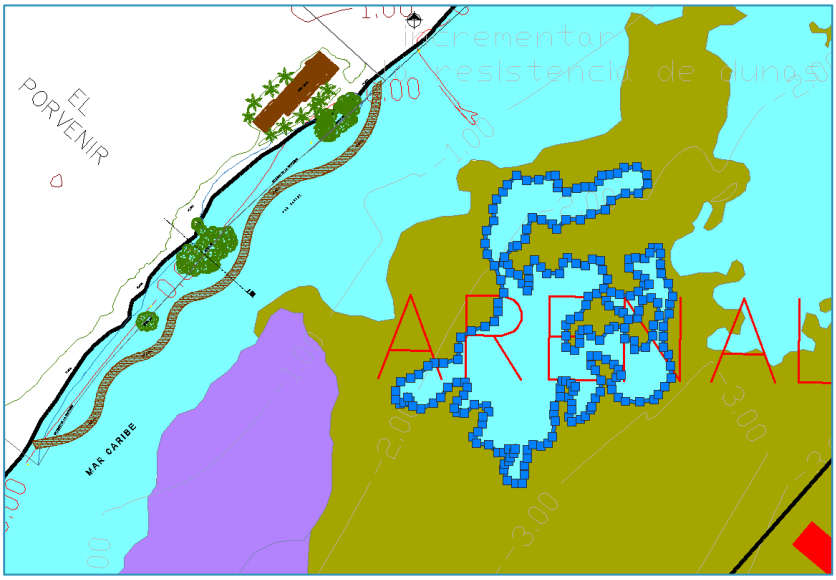


Figura 13. El arenal frente al predio tiene una superficie de 7707 m^2 y presenta una profundidad mayor a 1.8 m (largo de la varilla utilizada para medir).

II.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

II.1.6 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El andador para operar no requiere de servicios asociados, el andador contará con luces solares preventivas para evitar accidentes en la noche.

Para la construcción no se requieren servicio, los materiales de construcción ya estarán a la medida, únicamente para instalar.

- El acceso se realizará por el predio colindante.
- Los trabajadores podrán tomar su hora de comida en la sombra bajo el club de playa en el predio colindante, que ya cuenta con contenedores para residuos sólidos urbanos.
- El acceso es por el predio colindante.
- Se utilizarán sanitarios portátiles los cuales se colocarán al interior del camino del predio colindante, para que no queden expuestos en la zona de playa. (1 por cada 15 trabajadores).

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

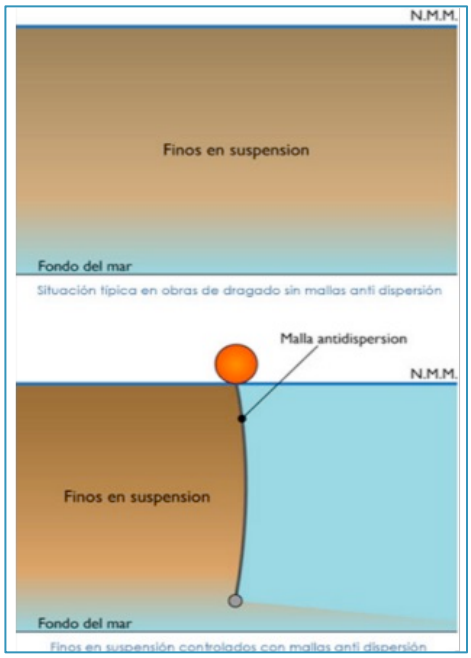
Actividad/Bimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Preparación Andador											
Cumplimiento de condicionantes previas											
Construcción del andador											
Vertimiento de arena											
Preparación reforestación											
Reforestación con vegetación de duna											
Sustitución de los ejemplares que no se vean sanos.											
Colocación de la empalizada retenedora de arena.											

II.2.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Primera etapa.- Construcción del andador marino.

Antes de iniciar con los trabajos de construcción, y como primer paso, en las zonas marinas, se habilitará y colocará una malla en ambos lados del trazo donde se desplantará el muelle, a efecto de retener los sedimentos suspendidos por el hincado de los pilotes.

La malla tendrá 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. La colocación de la malla se hará lo más próximo al área de operación, a una distancia aproximada de 2 metros y se colocará conforme se vaya avanzando en la colocación de los pilotes.



Para la construcción del andador se hincarán pilotes de madera de la región de entre 25 a 30 cm de diámetro hasta encontrar la roca firme, posteriormente se crearán los marcos con los largueros y cargadores de 4”x 8” (vigas longitudinales y transversales). Los pilotes se tienen contemplados de madera tratada resistente a las condiciones marinas.

Figura 14. Funcionamiento de la malla geotextil.

La compresora para la colocación de los pilotes funciona mediante aire a presión, está se coloca conforme va avanzando la construcción del muelle.

Posteriormente se coloca la parte transitable, la superficie del andador será de WPC (Wood plastic composite), material con propiedades ecológicas y sostenibles ya que está hecho a base de materiales reciclados reduciendo la deforestación de nuestra selva, tiene propiedades autoextinguibles al fuego, resiste a la intemperie, es ideal para exteriores , resiste a termitas o plagas, su aspecto aparenta ser madera natural , requiere muy poco mantenimiento y tiene una vida útil de 25 años.

Se colocarán luces de baja longitud solares para señalar el andador y prevenir accidentes en la noche por el paso de algún paseador nocturno, intercaladas cada 10 metros.

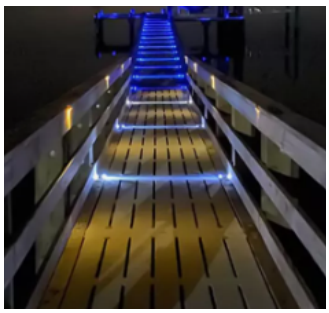


Figura 15. Tipo de alumbrado del andador, para no molestar a la fauna, pero que sea segura para las personas.

Segunda etapa.- Conformación y reforestación de la barra de arena.

- **Limpieza de turba**

La playa se encuentra cubierta de turba por la descomposición del sargazo que ha llegado a la playa.

Se removerá de forma manual para dejarla secar, al tratarse de materia orgánica, se utilizará para enriquecer áreas de vegetación dentro del predio.



- **Recolocación de arena**

Para recuperar la playa en la zona del proyecto se realizará previo a la relocalización de arena:

Por la cercanía del banco de arena se hará el bombeo directo a la playa, se calcula que la inyección de la arena viene con 80% de agua, por lo que es necesario dejar que el agua escurra hacia el mar y se quede la arena, se verterá directamente a la playa y una vez que se escurra y quede más manejable se distribuirá de forma manual con palas o con tractores pequeños con cargador frontal.

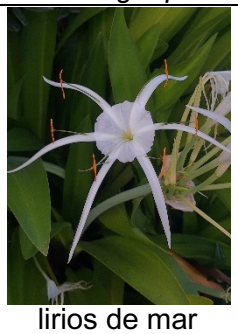
Se utilizará una bomba sumergible si es necesario, pero si una bomba desde tierra puede funcionar se preferirá este método.

Con la misma arena se conformará una pequeña duna unos 50 cm de altura y que vaya disminuyendo hasta el área donde estará el andador, con respecto al nivel del mar para reforestar sobre ella con especies características de la duna costera como:

- **Reforestación de la duna**

Las especies se colocarán directamente sobre la arena, son especies halófitas que soportan la salinidad del suelo y de la brisa, son rastreras y son las recomendadas, ya que al tener raices que se extienden ayudan a reten la arena.

	
riñonina (Ipomoea pes-caprae)	Margarita de mar *(Ambrosia hispida*

 sik'imay o tabaquillo (*Tournefortia gnaphalodes*)	 pats'il tabaquillo (Suriana maritima)
 lirios de mar (*Hymenocallis littoralis*)	 Frijol de playa (*Canavalia rosea*)

Maquinaria y equipo

Las obras y actividades del proyecto se harán de forma manual, no se requerirá de maquinaria o equipos pesados.

Para el bombeo de arena se usará de una bomba sumergible de 30 HP y 220 V, con cable sumergible de uso rudo, las cuales reposarán en el fondo. Estos equipos generan la succión necesaria para tomar agua y arena del fondo marino. Se utilizará una manguera de 4 pulgadas de diámetro con un dispositivo de absorción con rejilla de protección, que se ubicará en el extremo de succión de la manguera con el fin de evitar que se aspiren piedras o cualquier objeto no deseado que pueda dañar el impulsor de la bomba. Se requerirá de un compresor de alimentación de aire para los buzos.

No se dará mantenimiento a estos equipos en campo. En caso necesario serán retirados del sitio de trabajo y se colocarán lienzos de plástico debajo de ellos para contener cualquier goteo de aceite.

Las principales herramientas y materiales que se requerirán para la instalación del proyecto son:

Material:

- Mallas de antidispersión
- Cintas de delimitación de áreas de trabajo
- Boyas
- Dispositivo de succión con rejilla de protección
- Lote de mangueras de 6 pulgadas con pitorro de descarga
- Estacas y soga para delimitación de polígonos de obra y avances

- Tubos de geotextil de polipropileno
- Pilotes de madera forrada
- Estructura del andador

Equipo

- Compresor de aire de 120 Volts (V)
- Corriente alterna (CA) de alimentación
- Bombas sumergibles de 5 y 30 HP y 220 V
- Equipo de Global Positioning Sistem (GPS), modelo Garmin E-Trex
- Equipo básico de buceo (visor, snorquel y aletas) y traje de neopreno para cada buzo (en caso de ser necesario)
- Montacargas o telecargador
- Taladro neumático
- Nivel láser

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción será necesaria la contratación de personal, por lo que se generarán empleos temporales.

- 1 supervisor
- 1 Buzo
- 1 apoyo en kayak o lancha
- 4 ayudantes

II.2.3 Operación y mantenimiento

- **Mantenimiento del andador**

El andador se mantendrá limpio y en buenas condiciones a lo largo de su vida útil 25 años, de ser necesario se sustituirán los elementos que así lo requieran, para toda labor que pudiera generar solidos suspendidos se colocara malla geotextil para retenerlos.

Se invitará a las personas a utilizarlo por medio de un letrero en ambos extremos, que señale que la playa se encuentra en recuperación y que se respete la vegetación, evitando pisarla.

Se colocará un área acordonada, para indicar el área reforestada, siempre respetando el paso libre en la zona federal marítimo terrestre.



- **Mantenimiento de la barra de arena**

La barra de arena se mantendrá limpia, se retirarán especies invasoras como los pastos, y la vegetación se cuidará por medio de letreros que inviten a su cuidado.

Se llevarán a cabo las siguientes acciones de mantenimiento cuando se requieran:

- Reposición de arena por eventos extraordinarios. Debido a que esta playa es susceptible de ser afectada por marejadas fuertes, por lo que se proyecta reponer cada 2 años al menos entre un 10 % y 15 % de la arena que se pierda.
- Reparación y reposición de elementos del andador.

- Mantenimiento de las plantas reforestadas en la duna o reposición por aquellas que se pierdan por efecto de causas meteorológicas.
- En caso de que por la presencia de algún fenómeno natural se pierda mayor cantidad de arena, ingresará un aviso a la SEMARNAT, para recolocar la arena que se pierda. No se realizará ninguna obra hasta que se acuerde dicho aviso.

II.2.4 Etapa de abandono del sitio

No se proyecta el desmantelamiento de las estructuras ni su abandono. No se plantea su abandono, ya que, una vez establecida la duna y el andador se les dará mantenimiento, como se mencionó en el apartado anterior.

II.2.5 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Los trabajadores utilizarán las instalaciones del club de playa, como son los sanitarios, por lo que no generarán residuos que requieran de un manejo distinto al que se realiza actualmente.

Los residuos urbanos como son empaques de comida o envases de bebidas se colectarán en tambos de 200 l, para posteriormente ser trasladados por el servicio municipal que pasa al predio.

- Se dotará de agua potable para beber a fin de evitar la generación de botellas de PET, de la misma forma para la comida se evitará el uso de unicel y envases de un solo uso.

En cuanto a los equipos de bombeo, este será propiedad del prestador de servicios y son materiales durables que tienen una vida útil muy superior a este trabajo, no se utilizan materiales ni equipos desechables, por lo que la generación de residuos por este rubro será nula, lo mismo es para el caso de las herramientas e implementos para la conformación de la duna, estos corresponden a palas, picos, carretillas y herramienta, ordinaria, que también tienen una vida útil superior a los trabajos a realizarse y los cuales pertenecen al prestador del servicio.

Los materiales de construcción del muelle se ocuparán a la medida, por lo que la generación de residuos de material de construcción es mínima y se clasificará separando los revalorizables para ser trasladados a los centros de acopio en el municipio.

II.2.6 Generación de gases efecto invernadero

Durante la construcción del proyecto se requerirá el uso de vehículos terrestres, para transportar las piezas del andador, y el uso de la bomba de arena. Los cuales funcionan a base de combustible como gasolina y diésel, por lo que generan gases producto de la combustión.

- Etapa de preparación del sitio y construcción, En esta etapa únicamente se liberarán gases por efecto de la combustión del combustible de los equipo y vehículos que transportan los materiales prefabricados para la construcción del andador.

- En la etapa de operación únicamente puede existir producción de gases de efecto invernadero, en caso de que la barra de arena requiera mantenimiento, tras algún evento meteorológico, previo aviso a la SEMARNAT.

Se vigilará que los equipos a utilizar se encuentren en excelentes condiciones y que visualmente no generen humos que indiquen una mala combustión.

Los gases son los comunes de la combustión de diésel y de gasolina.

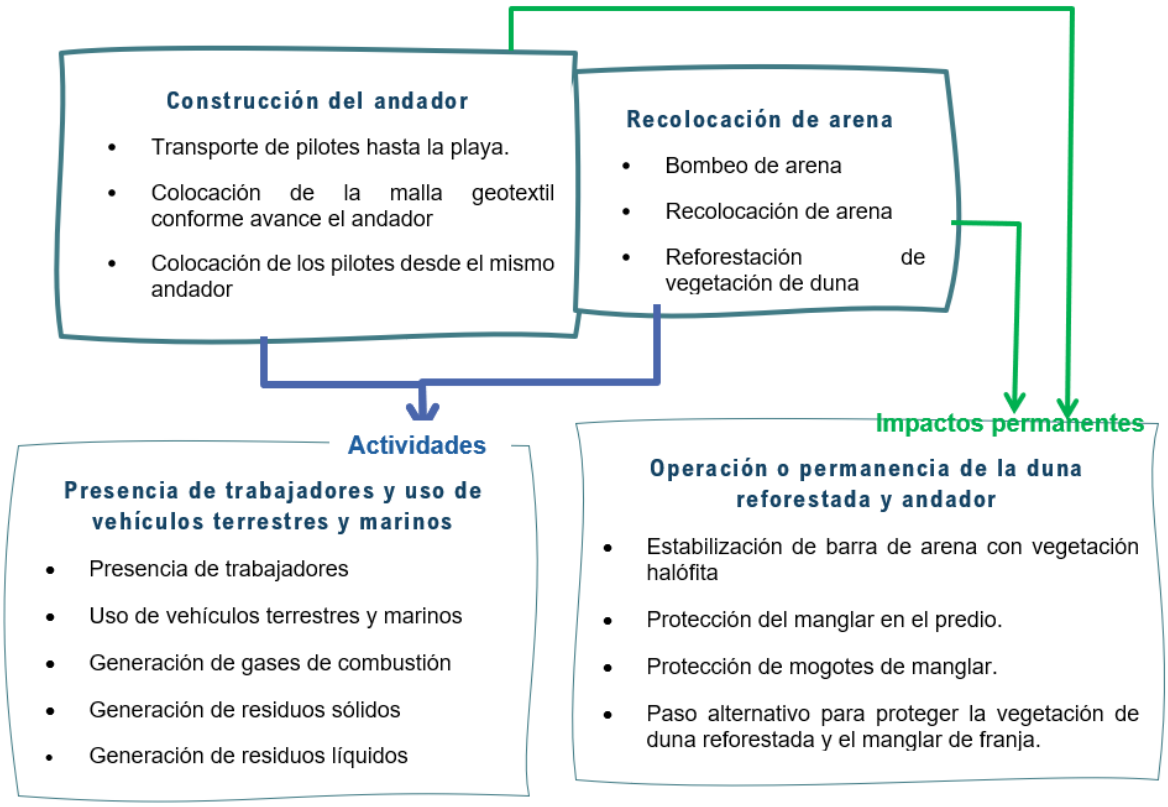
La combustión es una reacción química de oxidación, en la que un elemento combustible (en este caso, hidrocarburos que forman la gasolina o diésel), se combina con un comburente, habitualmente oxígeno. Esta combinación da lugar a una serie de productos de reacción y una gran cantidad de calor.

Los hidrocarburos se componen únicamente por carbono e hidrógeno, por lo que su combustión total con oxígeno resulta únicamente en CO2 y agua. Sin embargo, debido a que el aire atmosférico, además del 21% de oxígeno, contiene un 78% de nitrógeno y un 1% de otros gases, inevitablemente se forman otros productos, como es el caso de los NOx. Además, parte de los hidrocarburos no se queman durante la combustión y se emiten a la atmósfera en forma de CO, de hidrocarburos no quemados y de partículas.

En el caso de los motores encendidos por chispa, los contaminantes vertidos a la atmósfera son, por orden de importancia, CO2, CO, hidrocarburos no quemados y NOx. Del mismo modo, en los motores de encendido por compresión, el CO2 es el principal contaminante; le siguen los NOx, que ocupan una situación similar a la de la materia particulada.

II.3 CONCLUSIONES CAPITULO II

Las actividades que se realizaran se pueden resumir en el siguiente listado el cual se retomará en el capítulo V para la identificación y evaluación de impactos ambientales.



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

III.1 LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES

III.1.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto ANDADOR Y REFORESTACIÓN DE LA BARRA DE ARENA, requiere que las actividades a realizar cuenten con la autorización de la SEMANA en materia de impacto ambiental, de acuerdo al **Artículo 28 fracción X** de la **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)** , y al **Artículo 5** del **Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA** (**REÍA),** incisos **inciso R) Y Q)**

> ***Artículo 28****.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: …*
>
> > ***X.-*** *Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;*

Los incisos del **REIA**, que aplican al proyecto son:

> ***Artículo 5.*** *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*
>
> > ***Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:***
> >
> > *Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:*
> >
> > *a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;*
> >
> > *b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y*
> >
> > *c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros*
> >
> > ***R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:***
> >
> > ***I.*** *Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y …*

Análisis de vinculación con el proyecto:

Es de resaltar que no se trata de un muelle, se trata de un andador para la protección de la barra de arena y del manglar de franja, a través de la presentación de la MIA-P se da cumplimiento al artículo 28 de la LGEEPA y 5 del REÍA.

Se menciona el inciso Q) del artículo 5 del REIA, sin embargo al tratarse de obras de protección se ajustaría al inciso a) de las excepciones, sin embargo, el proyecto si se relaciona con las actividades turísticas, ya que el uso de suelo en el predio y en la bahía es turístico.

III.1.2 Ley General de Vida Silvestre

La **Ley General de Vida Silvestre (LGVS)** contempla expresamente la conservación del manglar en su artículo **99** y **60 TER** tal como a continuación se analiza:

> ***Artículo 99****. El aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats.*
>
> *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.*

Análisis de vinculación con el proyecto con el artículo 99 En este caso no se trata de ningún aprovechamiento extractivo ni tampoco no extractivo, ya que las obras del proyecto que se relacionan al manglar son para su protección, las cuales no requieren que se realice ninguna actividad que dañe al manglar o que disminuya su superficie de ocupación actual, al contrario, el objetivo es proteger los relictos de manglar que se encuentran en peligro de desaparecer por la erosión que presenta la playa.

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

Análisis de vinculación con el proyecto

El manglar que se desarrolla al interior del predio, al igual que el manglar que se desarrolla en la Riviera Maya, es de franja sin contacto con el mar, se desarrolla en las zonas bajas, tras la barra de arena. En estas zonas bajas se acumula agua en la temporada de lluvias la cual permanece aproximadamente la mitad del año, por lo que se desarrolla vegetación que tiene raíces que soportan estar bajo el agua, en este caso los mangles.

En la imagen siguiente se observa la topografía del predio y cómo es en la zona baja donde se desarrolla el manglar, y la franja de la barra de arena que la separa de la zona marina.

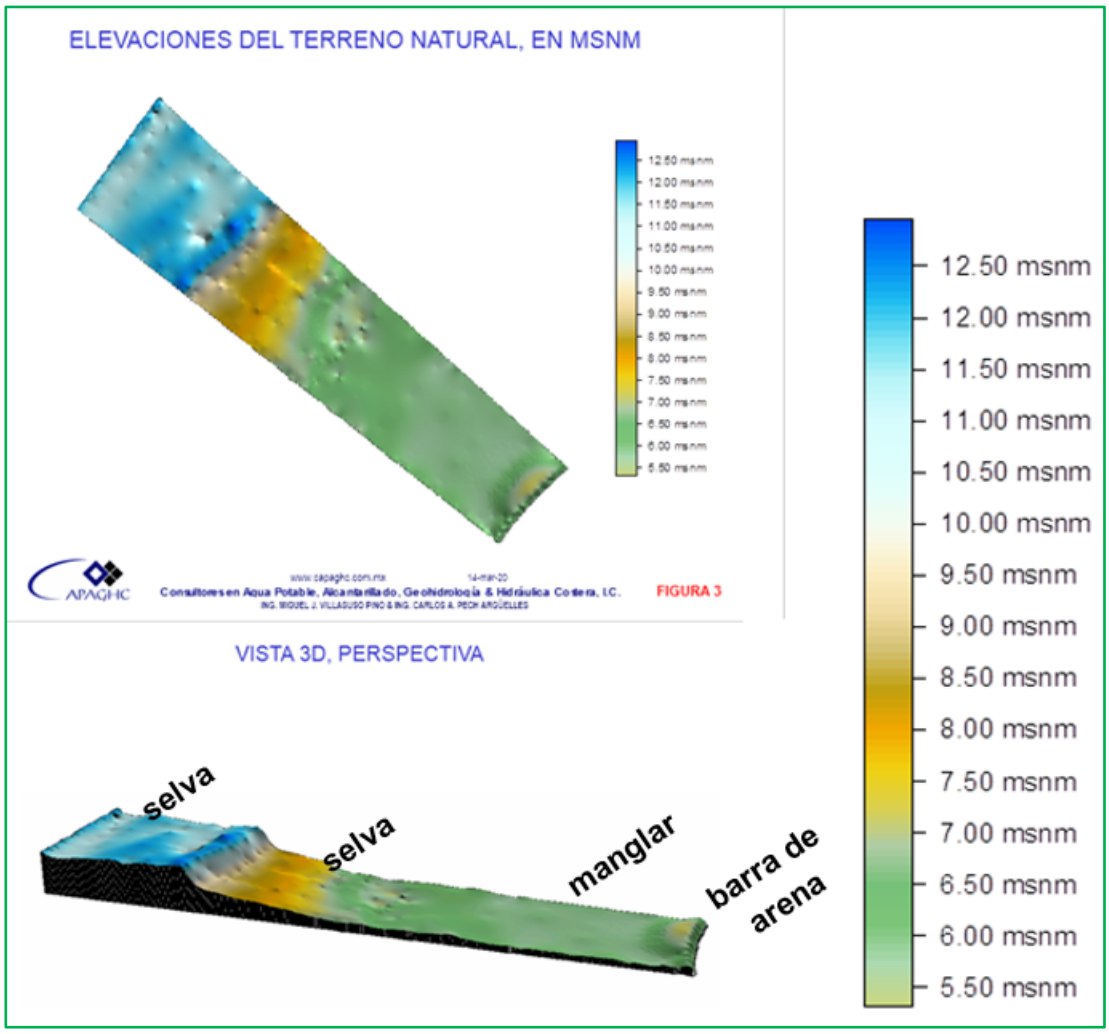


Figura 16. Elevaciones del terreno natural, en la zona más baja es donde se desarrolla la comunidad de manglar al interior del predio de 9 hectáreas. (Figura tomada del estudio Geohidrológico).

El proyecto se ajusta a la prohibición señalada en el presente artículo, no se realizará ninguna actividad u obra que implique la remoción, relleno, trasplante o poda del manglar al interior del predio, ni de los relictos que se ubican en la playa, en el diseño de las obras de recuperación de playa se tomaron en cuenta las acciones para la protección de los relictos de manglar o lo que también se ha llamado mogote (árboles en manchones aislados) en la playa los cuales actualmente se ubican en la zona de pleamar –bajamar, rodeados de arena.

Es muy importante aclarar que no se está realizando ninguna obra que ponga en peligro la comunidad de manglar que se encuentra al interior del predio (9 hectáreas), ya que el relleno de arena se realizará sobre la barra de arena, respetando el límite actual del manglar, y los relictos de mangle han sobrevivido rodeados de arena:

Desglosando cada punto del **artículo 60 ter** se tiene que:

Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia;

El flujo hidrológico en el sitio se limita al interior del predio, debido a que el flujo del humedal se interrumpió en el pasado en los predios colindantes cuando terceras partes rellenaron con

sascab parte del manglar – humedal en los predios colindantes. En el predio el humedal manglar se conserva en su 100% a excepción del camino antiguo que llega hasta la playa.

El manglar ya no tiene una conexión natural con los predios colindantes al norte y sur, debido a caminos y construcciones existentes.

Este flujo hidrológico al interior del predio depende únicamente de la lente de agua que se forma en la temporada de lluvia, parte del año el manglar está seco.

No existe un flujo entre el mar y la lente de agua del manglar, por lo que las obras en la barra de arena que separa el manglar de la zona marina no afectaran el flujo hidrológico del manglar costero.

Uno de los resultados de las labores de la conformación de la duna y de reforestar para darle estabilidad, será garantizar la integridad del manglar, previendo que por erosión este llegue a tener contacto directo con la zona marina.

Como se ha descrito la perdida de la barra de arena tendría como consecuencia que el agua marina entrará al humedal provocando la erosión del sustrato, por lo que el manglar quedaría expuesto al embate directo de las olas, lo que disminuiría la superficie de manglar, modificando el ecosistema, hacia la plataforma continental, como hacia la zona marina.

de su productividad natural;

La productividad de este ecosistema no se verá afectada de modo alguno por la construcción del andador o por las labores de ampliar la barra de arena y reforestar con vegetación de duna, al no realizar ninguna afectación a la integridad funcional, al no desplazar la vegetación, al conservar el 100% de la superficie de manglar en condiciones naturales, no se modifica su dinámica de crecimiento, y con ello su productividad natural. La vegetación de manglar en el predio se encuentra en buenas condiciones, y las obras a realizar no modificaran estas condiciones, únicamente le brindará protección de ser afectada por la erosión de la playa.

de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;

No se realizarán actividades turísticas en la franja de manglar, ni ninguna otra obra o actividad el manglar se conservará en el 100% de su superficie.

Este tipo de manglar no tiene las funciones de anidación reproducción, alimentación o alevinaje de peces, ya que no tiene contacto directo con el mar, para el caso de las especies residentes en el manglar como aves, algunos anfibios, y reptiles, no se generará ninguna modificación respecto a las condiciones actuales, ya que se conservará su funcionalidad ambiental.

o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,

No existe una interacción directa entre el manglar la zona marina, donde se ha registrado una severa erosión, la cual ha disminuido el ancho de la barra de arena, al no realizar ninguna afectación o modificación en el manglar y disminuir el riesgo de afectación por erosión de la barra de arena, se garantiza que las interacciones funcionales, continuaran con su dinámica natural. Actualmente no existe duna, esta es parte de la propuesta para proteger la barra de arena y el manglar.

o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Las actividades y obras del proyecto tienen el objetivo de conservar el manglar y la barra de arena, no modifican las características ecológicas del manglar, por lo que se conserva el 100% de la vegetación de manglar en las condiciones actuales, continuando con su dinámica, producción natural, servicios ecológicos y protección a la zona continental.

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

Precisamente el proyecto es una obra que pretende ampliar la barra de arena y en consecuencia proteger al manglar. La conformación de duna costera embrionaria protegerá al manglar del embate continuo de las olas, sobre todo cuando este aumenta, si bien ninguna obra puede proteger al litoral de los embates de un huracán, si se ha visto que las dunas con vegetación disminuyen los embates de fenómenos de baja magnitud, como puede ser una tormenta tropical, nortes y suradas.

El proyecto se ajusta tanto a las prohibiciones de la **Ley General de Vida Silvestre**, como a las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana, **NOM-022-SEMARNAT2003.- Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar**, como se analiza más adelante.

III.2 ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS

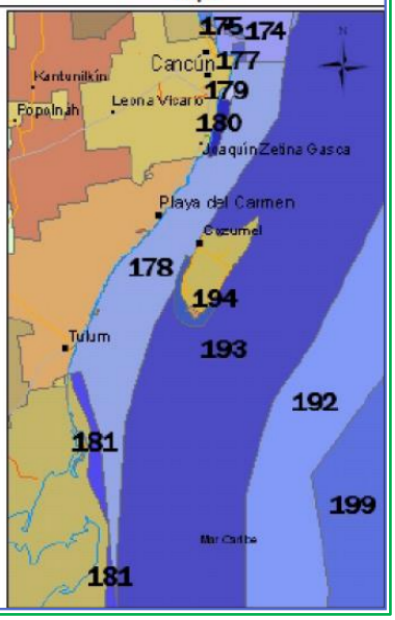
III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

Conforme al **ACUERDO POR EL QUE SE EXPIDE LA PARTE MARINA del POEMGMyMC** y se da a conocer la parte regional del propio programa, señala que corresponde a los estados la formulación, expedición de la parte regional y señala en su artículo primero que la zona federal marítimo terrestre adyacente corresponde a la parte marina:

> ***Artículo Primero***. *- Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.*
>
> ***Artículo Segundo.*** *- Se da a conocer la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.*
>
> ***Artículo Tercero.***- *Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe*

Considerando lo anterior la Zona Marina, y Zona Federal Marítimo Terrestre colindante donde se realizará el proyecto se ubica en la **UGA178:**

Tipo de UGA	Marina	Mapa
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	0 Habitantes	
Superficie:	311,046.005 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI)Mar Caribe	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:	En la unidad existe una zonificación marina a mayor detalle entre la línea de alta marea a la isóbata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma (20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W) hasta Punta John (20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W), donde aplican algunos criterios para la zona costera inmediata (ZCI) al municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	



A la **UGA-178**; además de las acciones generales mencionadas en el Anexo 4 del POEMGMyMC, le correspondes las siguientes acciones específicas:

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	NA	A-027	NA	A-053	NA	A-079	NA
A-002	NA	A-028	NA	A-054	NA	A-080	NA
A-003	NA	A-029	APLICA	A-055	NA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	NA	A-056	NA	A-082	NA
A-005	NA	A-031	NA	A-057	NA	A-083	NA
A-006	NA	A-032	NA	A-058	NA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	NA	A-085	NA
A-008	NA	A-034	APLICA	A-060	NA	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	NA	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	NA	A-088	NA
A-011	NA	A-037	NA	A-063	NA	A-089	NA
A-012	NA	A-038	NA	A-064	NA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	NA	A-065	NA	A-091	NA
A-014	NA	A-040	APLICA	A-066	NA	A-092	NA
A-015	NA	A-041	APLICA	A-067	NA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	APLICA	A-068	NA	A-094	NA
A-017	NA	A-043	NA	A-069	NA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	NA	A-096	NA
A-019	NA	A-045	APLICA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	NA	A-046	APLICA	A-072	NA	A-098	NA
A-021	NA	A-047	APLICA	A-073	APLICA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	APLICA	A-074	APLICA	A-100	NA
A-023	NA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	NA	A-050	NA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	NA	A-077	NA		
A-026	NA	A-052	NA	A-078	NA		
NA = NO APLICA							

A continuación, se realiza la vinculación del proyecto con los criterios generales y específicos (UGA 178) agrupados por estrategias ecológicas, conforme el anexo 3 del POEMGMyMC. Las instituciones responsables de la instrumentación de las acciones se describen en el anexo 6 del POEMGMyMC.

a) Criterios generales y acciones específicas del POEMGMyMC

Tabla 2. Vinculación del proyecto con los criterios generales y específicos del POEMGMyMC

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
1. Adaptación y mitigación de los efectos del Cambio Climático Global (CCG).	***G006*** *Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.*	La permanencia de las estructuras no generará gases efecto invernadero. En lo que respecta al uso de equipos y vehículos que ingresen al área del proyecto, se verificará de forma visual, que estos se encuentren en buenas condiciones, a fin de que los motores realicen la combustión de manera eficiente. Como se ha mencionado a lo largo de la presente MIA-P, uno de los objetivos es la protección del manglar al interior del predio y de los relictos de manglar en la playa. Se sabe que el manglar es uno de los ecosistemas más eficientes para la captura de carbono orgánico y su equivalente en CO_2 y de metano. Estos gases atrapados sobre todo en el sustrato del manglar, al degradarse puede ser liberado a la atmosfera. (Herrera-Silveira, *et al*. 2016). Por lo que el proyecto como un impacto positivo indirecto contribuye a que los gases de efecto invernadero contenidos en las raíces y turba continúen en el manglar que de otra manera podrían ser liberados como efecto de la erosión de estos al desaparecer la barra de arena existente. Se podría señalar que el proyecto contribuirá a proteger el manglar y a que este siga ejerciendo su funcionalidad ambiental capturando carbono.
	G007 *Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.*	La instrumentación de estas acciones le corresponde a: SEMARNAT, SAGARPA, SSA, Estados y Municipios. El proyecto no tiene estos alcances.
	G025 *Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.*	Si bien el proyecto no es una actividad productiva, la reforestación de la barra de arena se realizará con especies nativas halófitas, características de la duna costera en Quintana Roo.
	G037 *Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.*	No se realizarán actividades agrícolas.
	G038 *Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.*	No se realizarán este tipo de estudios, ya que no se realizarán actividades de modificación del uso de suelo. El proyecto al proteger la barra de arena, protege al manglar y con ello conservar su potencialidad en la captura del carbono.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
		De la misma forma en la zona marina no se removerán pastos, lo que garantiza que estos sigan cumpliendo con su función ambiental en la captura de carbono.
	G057 *Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.*	La instrumentación de estas acciones le corresponde a: SEMARNAT, SAGARPA, SSA, Estados y Municipios. El proyecto no tiene estos alcances.
2. Incremento en la participación de tecnologías limpias.	***G027*** *Promover el uso de combustibles de no origen fósil.*	Al promovente, no le corresponde promover otro tipo de energía, la instrumentación de estas acciones le corresponde a: SENER, CFE, Estados, Municipios. Se realizará una adecuada planeación, a fin de que los equipos y vehículos los cuales utilizan combustible como diésel y gasolina se ocupen pocos días y se haga uso eficiente de sus movimientos y que a la vista no generen humos que denoten una mala combustión. El andador contará con pequeñas luces solares, para seguridad de los transeúntes.
	G028 *Promover el uso de energías renovables.*	
	G029 *Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.*	
	G031 *Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.*	
	G032 *Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.*	
	G033 *Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.*	
	A033 *Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.*	
	A034 *Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.*	
3. Conservación de la Biodiversidad.	***G003*** *Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.*	No se realizará este tipo de actividad.
	G004 *Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de*	El proyecto no realizará actividades extractivas. Se comunicará a los trabajadores en la etapa de preparación y construcción la prohibición de capturar o molestar a la fauna terrestre o marina, así como recolectar o eliminar la vegetación terrestre o marina. Durante las labores de bombeo de arena el buzo verificará que se extraiga únicamente del arenal, sin afectar pastos, o cualquier otro elemento de flora o fauna marina.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
	Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT,2010).-	
	G005 *Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.*	No se realizarán bancos de germoplasmas, ni se introducirán organismos genéticamente modificados.
	G008 *El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.*	
	G009 *Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.*	No se realizará construcción de infraestructura de comunicación, y no existen gradientes altitudinales. Sin embargo, cabe señalar que el proyecto no implica la fragmentación entre la zona terrestre y la zona marina los cuales seguirán teniendo un intercambio de energía y de biodiversidad.
	G026 *Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).*	
	A007 *Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.*	No se constituirán ANP voluntarias, sin embargo, las obras de restitución y estabilización de la playa promueven la permanencia del manglar el cual forma parte de la superficie de conservación del predio.
	A018 *Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT -2010).*	En la zona marina y playa seca, antes de cualquier actividad se realizará una inspección para rescatar fauna de lento desplazamiento, u organismos sésiles, para reubicarlos en las áreas adyacentes donde no se realizarán actividades. El diseño del proyecto promueve la protección de los relictos de mangle que se ubican en la playa a merced del oleaje y la erosión costera. Así como pretende prevenir la erosión generalizada que pueda afectar las 9 hectáreas de manglar que se encuentran detrás de la barra de arena que se propone restablecer en este proyecto. No es una playa donde se registré anidación de tortuga marina, probablemente porque a los pocos metros de profundidad se encuentra turba donde los huevos no sobrevivirían.
4. Control de especies exóticas.	***G013*** *Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.*	Para la reforestación de la barra de arena se utilizarán especies halófitas nativas características de la duna y se evitará la introducción o desarrollo de especies exóticas con especial énfasis en las clasificadas como invasoras. Como parte del mantenimiento se eliminarán las especies invasivas que se identifiquen en la playa.
	A013 *Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los*	No se realizarán actividades marítimas de navegación y/o comercio.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
	términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	
5. Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades.	*Acciones G045, G046.*	El proyecto no contempla realizar la dotación de servicios básicos a ninguna comunidad, por lo que esta acción no le es vinculante.
6. Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial.	*Acciones G019, G059.*	El proyecto no contempla impulsar la planeación ambiental o territorial.
7. Impulso a las actividades productivas.	*Acciones G012, G047, G064, A074.*	El proyecto no impulsará las actividades productivas. El proyecto se asocia al uso turístico de "*sol y playa*" que se realiza en la Bahía.
8. Impulso de la corresponsabilidad ambiental industrial.	*Acciones G040, G042.*	El proyecto no pertenece al sector industrial, por lo que esta acción no le es vinculante.
9. Manejo Integral de Residuos Peligrosos.	***G053*** *Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.*	Las actividades del proyecto por sí mismas, no generan aguas residuales. En la etapa de preparación se contará con un sanitario portátil en el interior del predio que sea accesible desde la playa. Por lo que esta acción no le es vinculante.
	G058 *La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.*	Las actividades del proyecto no generarán residuos peligrosos, los equipos y vehículos que se utilicen estarán en buenas condiciones, no se permitirá ningún arreglo en la playa o en la zona marina. Por lo que esta acción no le es vinculante.
10. Manejo Integral de Descargas de agua.	***G051*** *Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.*	Se establecerán las directrices de comportamiento durante las actividades a todos los involucrados en las diferentes fases del proyecto, entre ellas la prohibición de arrojar cualquier residuo sólido o líquido al mar, o zona terrestre, así como la prohibición de molestar, capturar, cazar o alimentar a la fauna silvestre.
	G054 *Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.*	No es un proyecto Industrial, por lo que esta acción no le es vinculante.
	A066 *Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.*	No se construirá una planta de tratamiento, únicamente se utilizará un sanitario portátil por cada 15 personas en la etapa de preparación y construcción, por lo que esta acción no le es vinculante.
11. Manejo Integral de	***G052*** *Implementar campañas de limpieza, particularmente en*	El proyecto no se ubica en un asentamiento humano, sin embargo, si se realizaran campañas de limpieza de la playa

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
Residuos Sólidos Urbanos.	*asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).*	separando los residuos, para ser manejados junto con los del desarrollo autorizado en el predio, separándolos para su recolección.
	***G056** Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.*	No se realizarán este tipo de proyectos, que le corresponde al gobierno municipal, por lo que esta acción no le es vinculante.
	***A068** Promover el manejo de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.*	No se permitirá que en la zona marina o en la playa se realice algún tipo de compostura o mantenimiento de embarcaciones de ningún tipo, no se generaran residuos peligrosos, por lo que esta acción no le es vinculante.
12. Manejo integral del agua.	***G001** Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.*	La implementación y permanencia del proyecto no requiere de agua, por lo que esta acción no le es vinculante.
	***G002** Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.*	
13. Prevención de la contaminación.	***G061** La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.*	Los pilotes serán preconstruidos por lo que no existe riesgo de contaminar en el sitio del proyecto. La arena únicamente se reubicará, es la arena que se ubica en la zona marina frente al predio. Por lo que no se ingresaran materiales contaminantes en ninguna etapa del proyecto.
	***A022** Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por contaminación de hidrocarburos.*	La zona marina colindante al proyecto no presenta contaminación por hidrocarburos, por lo que no se requiere de este tipo de programas, que le corresponden al gobierno federal al tratarse de zona marina, por lo que esta acción no le es vinculante
	***A025** Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.*	El proyecto no pertenece al sector industrial, por lo que esta acción no le es vinculante.
14. Prevención o mitigación de los efectos de ocupación de espacios amenazados por las precipitaciones.	***G015** Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.*	En el SA no existen ríos y no se vincula con asentamientos humanos o industriales.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
15. Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.	***G023*** *Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.*	Se realizará el seguimiento del buen desarrollo de las especies utilizadas en la reforestación de la barra de arena, y de las especies que lleguen bajo el andador, a fin de que no se convierta en refugio de especies invasivas o plagas.
	G017 *Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.*	El proyecto no realizara este tipo de campañas o acciones, se trata de la restitución de una playa, por lo que esta acción no le es vinculante.
	G048 *Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.*	
	G049 *Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.*	
	G050 *Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.*	
16. Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y selvas del ASO.	***G014.*** *Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.*	En el SA, no existen ríos, por lo que esta acción no le es vinculante.
	G024. *Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.*	En el proyecto no se realizarán acciones de reforestación y reforestación con estos fines, sin embargo, es de resaltar que sí se están realizando acciones para proteger el manglar que se encuentra al interior del predio, que, de seguir la erosión a un ritmo actual, donde se pierden 2 metros/año de aproximadamente. Como se ha mencionado uno de los objetivos es la protección del manglar al interior del predio y de los relictos de manglar en la playa. Se sabe que el manglar es uno de los ecosistemas más eficientes para la captura de carbono orgánico y su equivalente en CO_2 y de metano, el cual puede ser liberado al degradar los manglares. (Herrera-Silveira, et al. 2016).
17. Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.	***G018*** *Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	En el SA, no existen ríos, por lo que esta acción no le es vinculante.
	G020 *Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.*	
	G039 *Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.*	La instrumentación de estos ordenamientos está por encima de la capacidad del proyecto, sin embargo, se respetan los ordenamientos que le son aplicables. Esta acción no le es vinculante.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
	G055 *La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.*	No se realizarán estas acciones, por lo que esta acción no le es vinculante.
18. Promoción de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.	*Acciones G041, A071.*	No le corresponde al promovente fomentar o diseñar la planeación del uso de suelo, por lo que esta acción no le es vinculante.
19. Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.	***G011*** *Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.*	Las actividades que se proponen conllevan la implementación de medidas de prevención y mitigación, para no generar afectaciones a los ecosistemas costeros. Se verifico que el sitio donde se extraerá la arena no es un sitio de refugio, alimentación o reproducción de especies marinas.
	A072 *Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.*	El proyecto no es como tal un desarrollo turístico, pero si es una acción asociada a la actividad turística, el cual se realizará en cumplimiento de los criterios señalados en los ordenamientos jurídicos aplicables.
	A073 *Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales*	Esto se encuentra fuera de los alcances del proyecto, por lo que esta acción no le es vinculante.
20. Protección de los ecosistemas costeros.	***G043*** *LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y*	Es de observancia de la autoridad, en ninguna etapa del proyecto se promueve la pesca, por lo que esta acción no le es vinculante.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
	especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	
	***G060** Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.*	Para la selección del sitio de colocación de los rompeolas, se consideró la caracterización biótica del SA, verificando que no se afecta ninguna población de vegetación acuática sumergida.
	***G065** La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.*	La playa y la zona marina del proyecto no se ubica en ANP alguna, sin embargo, se ubica en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Mar Caribe, que se analiza en el presente capitulo.
	***A029** Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.*	Cabe señalar que las corrientes en el litoral ya no son las “naturales u originales”, en la playa norte y sur se han construido elementos paralelos y perpendiculares a la costa que han modificado la dinámica natural, lo que ha dejado a la playa en estudio expuesta a estos cambios que han incrementado su erosión. La importancia ambiental de ampliar la barra de arena erosionada y cubrirla de vegetación radica en la protección que representa la barra de arena para el manglar, el cual ya se ha visto afectado por la erosión de la playa. El proyecto tiene el objetivo de recuperar algo del perfil de playa, lo que no afecta los patrones de circulación de las corrientes.
21. Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías.	*Acciones **G044**, **G063***	Este proyecto no es de pesquerías, por lo que esta acción no le es vinculante.
22. Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.	***G016.** Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.*	Esta acción no le es vinculante en el SA no existen montañas.
23. Recuperación y protección de la biodiversidad del ASO.	***A016** Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.*	No le corresponde al promovente realizar este tipo de acciones, por lo que esta acción no le es vinculante.
24. Regulación de las actividades agropecuarias.	*Acciones **G010, G021, GO22, G062**.*	El proyecto no realizará actividades agropecuarias, por lo que estas acciones no son vinculantes.

Estrategia ecológica	Acciones Descripción	Análisis de cumplimiento del proyecto.
25. Aprovechamiento sustentable de la energía.	*Acciones **G030, G034, GO35, G036**.*	La permanencia y funcionalidad del proyecto no requiere de equipos que necesiten energía, los señalamientos que solicite la SCT, funcionaran a base de paneles solares.

b) Criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe

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

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

Tabla 3. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe (ZMC) POEMGMyMC

Criterios ZMC
***ZMC-01** Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.*
Análisis de cumplimiento: El criterio señala que se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por formaciones arrecifales, la formación arrecifal más cercana se ubica a más de 2 kilómetro del sitio del proyecto y una formación coralina sin ser parte de la barrera arrecifal a 1.4 kilómetros de la playa.

Criterios ZMC

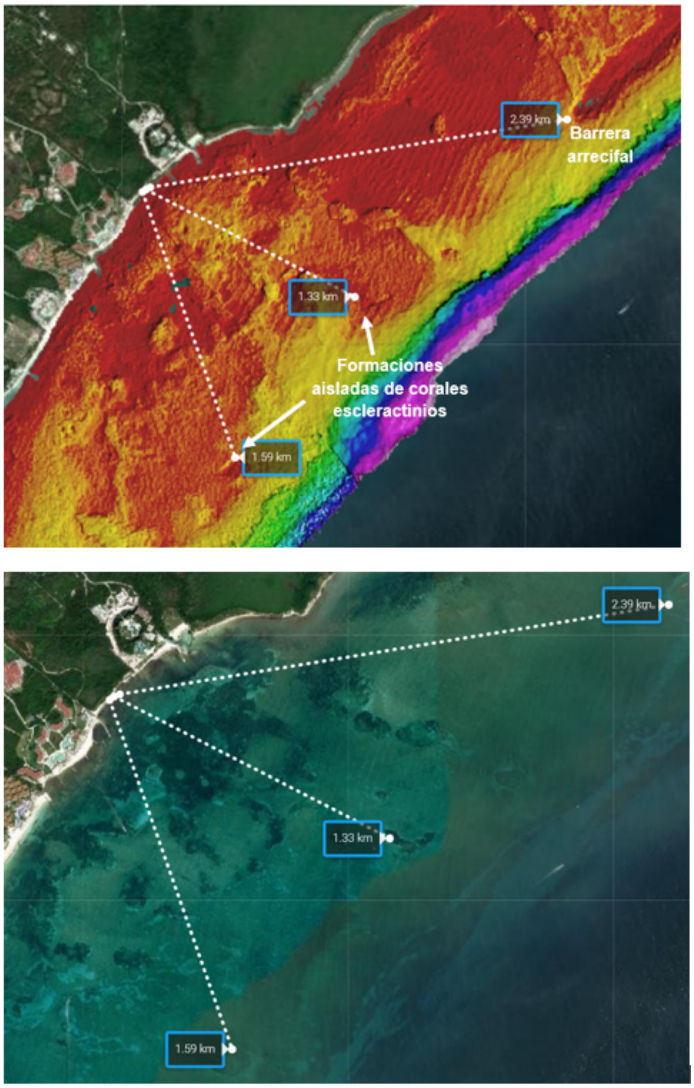


Figura 17. Distancia de las formaciones coralinas más cercanas al proyecto.

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

Análisis de cumplimiento:

El proyecto no generará la afectación o pérdida del ecosistema de pastos marinos, los cuales se desarrollan a más de 100 m de la playa. El bombeo de arena se realizará en áreas donde no se desarrolla pasto.

Criterios ZMC

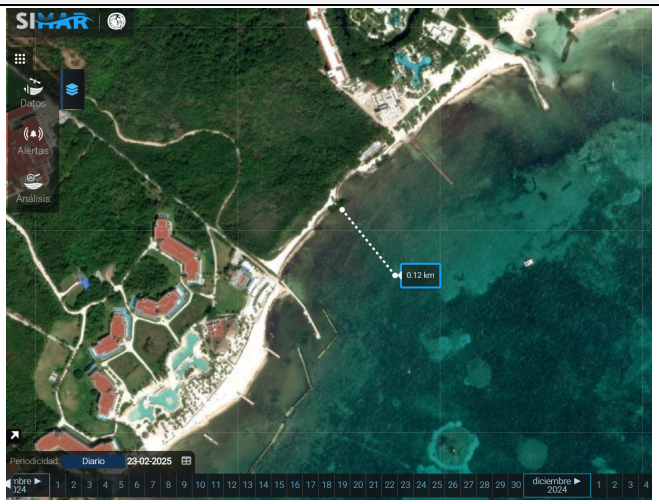


Figura 18. Se observan los pastizales en la zona marina frente al proyecto dónde la profundidad y claridad del agua permite su crecimiento (Imagen de https://simar.conabio.gob.mx. Recuperado el 24 de febrero de 2025)

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

Análisis de cumplimiento:

No se realizará la captura de mamíferos, aves ni reptiles, y se vigilará que en la playa y zona marina colindante al predio no se realicen estas actividades.

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

Análisis de cumplimiento:

No se proyecta la construcción de puntos de anclaje.

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

Análisis de cumplimiento:

No se realizará la remoción o trasplante de ningún organismo vivo o muerto en las zonas arrecifales, como ya se indicó todas las acciones se realizarán a más de un kilómetro de los machones arrecifales.

La extracción de arena en sitios libres de pastos, algas calcáreas y corales.

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

Análisis de cumplimiento:

El presente proyecto pretende recuperar algo de la extensión de la playa original, con la implementación de una dura con vegetación halófita que de estabilidad a la arena, más que promotora de playa es restauración de playa.

Criterios ZMC
En el capítulo 4 se presenta la caracterización biológica del sitio del proyecto MIA-P la cual es resultado de los estudios técnicos realizados por expertos en su materia.
ZMC-07 *Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.*
Análisis de cumplimiento: Se comunicará a todos los trabajadores y contratistas la prohibición de arrojar o verter cualquier sustancia en la zona marina, o playa.
ZMC-08 Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.
Análisis de cumplimiento: La playa no es una zona de anidación o arribo de tortuga, lo cual es señalado por observación del promovente, quien lleva habitando en el sitio 25 años, probablemente por la presencia de turba bajo la arena, no es una zona que las tortugas encuentren aptas para la sobrevivencia de los nidos.
ZMC-09 *Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.*
Análisis de cumplimiento: No se realizarán actividades que pudieran afectar a las comunidades arrecifales en ninguna etapa del proyecto, las cuales se encuentran a más de un kilómetro.
ZMC-10 *Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.*
Análisis de cumplimiento: El proyecto no pretende realizar actividades náuticas.
ZMC-11 *Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.*
Análisis de cumplimiento: Si bien no se realizaran actividades de canalización o dragado, si se colocará malla geotextil para evitar que se dispersen los sedimentos que pudieran removerse durante el bombeo de arena, cuando se esté inyectando en la playa, y cuando se estén colocando los pilotes del andador.
ZMC-12 *La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500 TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.*
Análisis de cumplimiento: No se realizarán este tipo de obras, por lo que el proyecto no se vincula con este criterio.
ZMC-13 *Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.*
No se realizarán este tipo de actividades, por lo que el proyecto no se vincula con este criterio.

Criterios ZMC
ZMC-14 *Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.*
Análisis de cumplimiento: El proyecto no se ubica dentro de estas UGAs, aunado a que son estrategias a cargo de las autoridades federales y estatales. No se vinculan con el proyecto.

c) Criterios de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Estos criterios aplican a la zona costera inmediata del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, desde la línea de alta marea a la isobata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma en las coordenadas 20°45'3.42" N y 86°56'55.85" W hasta Punta John, en las coordenadas 20°31'32.35" N y 87°10'24.45" W, con una longitud aproximada de 34.17 km.

Los criterios responden a las características naturales de esta área, previendo un posible incremento en la presión turística y demográfica en el municipio. Dichas acciones complementan las acciones generales, así como las acciones específicas de cada una de las UGA y las acciones para la Zona Costera Inmediata del Mar Caribe.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los criterios de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad (ZMC - SOL) POEMGMyMC

Criterio ZMC - SOL
SOL-G-1. *Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.*
Análisis de cumplimiento: De acuerdo con la modelación de oleaje y corrientes considerando la extracción de arena, señalan que esta actividad no modificara el oleaje o las corrientes en el SA. La extracción será superficial, por lo que no existe modificación en la dinámica costera. Se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de sedimentos cómo es la colocación de la malla geotextil.
SOL-G-2. *Promover y fomentar que; en toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, se apliquen las medidas adecuadas para el manejo de grasas, aceites, emisiones atmosféricas e hidrocarburos, que minimicen la afectación a los ecosistemas. En cuanto a los efectos de la emisión de energías como son vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.*
Análisis de cumplimiento:

Criterio ZMC - SOL
Se verificará que los equipos a utilizar se encuentren en excelentes condiciones, estará prohibido realizar composturas dentro del área del proyecto. Diariamente se retirarán de la ZOFEMAT y se utilizarán de forma adecuada y bajo la supervisión del técnico de campo.
SOL-G-4. *Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geo-tubos y cualquier barrera que obstruya o modifique los cauces principales del flujo y reflujo de marea para evitar el desbalance en los procesos costeros, con excepción de aquellos proyectos para fines de conservación y restauración de playas que impliquen una solución de manejo integral costero.*
Análisis de cumplimiento: Este proyecto tiene como fines la conservación de la barra de arena, es una solución basada en la naturaleza, se pretende estabilizarla con vegetación halófita, rastrera y arbustiva para estabilizar la playa y proteja al manglar del oleaje “normal” y de eventos meteorológicos de baja magnitud “nortes” y “suradas”. El proyecto no modifica causes, flujos o reflujos de la marea.
SOL-G-13. *Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área, cumpliendo con la normatividad aplicable, dispondrán de un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar.*
SOL-G-15. *Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas abiertas, fuera de instalaciones portuarias o adecuadas para tal efecto, con excepción de casos de emergencia. En dicho supuesto se deberá notificar a la autoridad competente.*
SOL-G-21. *Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.*
Análisis de cumplimiento: No se contempla el uso de embarcaciones, por seguridad del personal que estará laborando en la zona más alejada de la playa al bombear la arena, se tendrá a la mano una moto acuática a fin de auxiliarlo o una lancha con motor fuera de borda.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad

De acuerdo con la ubicación del predio la playa se ubica en la UGA 17 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-S), publicado el 25 de mayo del 2009 la cual tiene como política ambiental la conservación y un uso de suelo eminentemente turístico al cual le aplican todos los criterios generales y algunos específicos, los cuales se enuncian y analizan en la **Tabla 5.**

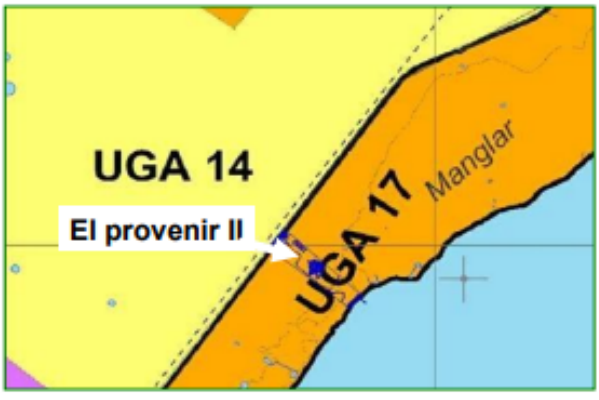


Figura 19 Ubicación del predio en el POEL-S

La UGA 17 ha previsto las siguientes estrategias ambientales, usos de suelo y criterios:

<table>
<tr><td colspan="5">UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL 17</td></tr>
<tr><td>NOMBRE</td><td colspan="4">CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA-ESMERALDA</td></tr>
<tr><td>POLÍTICA AMBIENTAL</td><td colspan="4">Conservación</td></tr>
<tr><td>SUPERFICIE</td><td colspan="2">2,922.96 hectáreas</td><td>PORCENTAJE MUNICIPAL</td><td>1.47 %</td></tr>
<tr><td>ESCENARIO INICIAL</td><td colspan="4">Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily</td></tr>
<tr><td>TENDENCIAS</td><td colspan="4">Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística</td></tr>
<tr><td>LINEAMIENTO AMBIENTAL</td><td colspan="4">La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.</td></tr>
<tr><td>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</td><td colspan="4">Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran.
El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece.
Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable.
Se realizar una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos
Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos.
Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación
No se genera contaminación al manto freático ni al suelo.
Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles.
Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso
de cambios de uso del suelo.
10. Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.</td></tr>
<tr><td>VOCACIÓN DE USO DEL SUELO</td><td colspan="4">Turística.</td></tr>
<tr><td>USOS CONDICIONADOS</td><td colspan="4">Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA’s, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.</td></tr>
<tr><td>USOS INCOMPATIBLES</td><td colspan="4">Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero</td></tr>
<tr><td rowspan="8">CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA</td><td>USO</td><td colspan="3">CRITERIOS ESPECÍFICOS</td></tr>
<tr><td>Turístico</td><td colspan="3">06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.</td></tr>
<tr><td>Marina</td><td colspan="3">11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.</td></tr>
<tr><td>Ecoturístico</td><td colspan="3">08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.</td></tr>
<tr><td>Suburbano</td><td colspan="3">13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100</td></tr>
<tr><td>UMA’s</td><td colspan="3">04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.</td></tr>
<tr><td>Deportivo</td><td colspan="3">06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.</td></tr>
</table>

	Parque recreativo	*06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.*
	Comercial	*06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88,89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.*
	Reserva natural	*07, 16, 30, 80, 86, 100.*
	Equipamiento	*32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.*

De acuerdo al POEL-S, los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad han sido organizados en tres grupos:

> ***Criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG),*** *que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares:*
>
> ***Criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU),*** *que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares: y*
>
> ***Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE),*** *son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*

Por lo que el proyecto de construcción del andador se vincula únicamente con los criterios de regulación ecológica generales, debido a que el proyecto no se ajusta a la definición de ningún uso específico, si bien se asocia al uso turístico autorizado en el predio. No realizaran actividades agropecuarias, agroforestales, agroindustriales, forestales, urbanas, suburbanas, eco-turísticas, deportivas, parques recreativo o industrial, no construirá una marina, no es minero, comercial, UMA's, Reserva natural o equipamiento; por lo que las actividades que se realizaran en la playa únicamente se vinculan con los criterios generales, ya que las actividades en la zona federal marítimo terrestre y en la zona marina no son competencia de este ordenamiento del territorio municipal.

Tabla 5. Análisis de los criterios generales del POEL-S y su cumplimiento por el proyecto.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
CG-01	*Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.*	El proyecto se desarrolla en la zona federal marítimo terrestre, así como en la zona marina y dan cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente.
CG-02	*Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar*	No hay vegetación que rescatar en la playa, los ejemplares de mangle se respetaran, y la arena se distribuirá a su alrededor.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
	y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-03	*Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.*	En cuanto a la fauna se realizarán labores de revisión antes de comenzar el vertido de arena., si se observa algún organismo labores de ahuyentamiento, por el paso de los transeúntes y el uso de suelo en los predios colindantes no se registró presencia de fauna en la playa.
CG-04	*Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.*	No se contempla la introducción de especies exóticas en ninguna etapa del proyecto, la reforestación de la barra de arena se realizará con especies características de la duna costera.
CG-05	*Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.*	Con las acciones en la playa no se fragmenta ningún ecosistema, al contrario, se recupera parte de la amplitud de la playa y con ello de su servicios ambiental de protección o separación del manglar de la zona marina.
CG-06	*En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación*	No se realizarán actividades de aprovechamiento de recursos naturales.
CG-07	*Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable.*	El proyecto no generará aguas residuales, a excepción de la etapa de preparación y construcción por la presencia de trabajadores, para lo cual se contará con un sanitario por

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
	La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente	cada 15 trabajadores en el interior del predio en la superficie que ocupa el camino a la playa.
CG-08	*En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.*	El proyecto del andador y ampliación de la barra de arena no requiere de instalaciones de drenaje sanitario o pluvial.
CG-09	*La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).*	
CG-10	*Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.*	Se cumplirá cabalmente este criterio, se adquirirán de sitios autorizados, corroborando que se cuente con su autorización.
CG-11	*En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST)*	No será necesario el uso de agroquímicos, para la reforestación de la barra de arena especies nativas, y no se utilizará ningún tipo de agroquímico en la playa
CG-12	*Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.*	Se anexa a la presente el programa de monitoreo de la barra de arena y del área donde se tomará la arena.
CG-13	*Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.*	Se cumplirá estrictamente este criterio, se dispondrá de un área de acopio para separar los residuos que puedan generar los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, para que sean trasladados a sitios de acopio o al sitio que la autoridad municipal determine.
CG-14	*Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines*	Se cumplirá estrictamente este criterio, no se introducirán especies exóticas o invasoras catalogadas por la CONABIO. Se presenta el listado de las especies a utilizar en la reforestación de la barra de arena, en el capítulo II de la presente MIA-P.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
CG-15	*Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.*	En la playa del proyecto no es sitio en donde se constituyan sitios de anidación o reproducción de especie alguna de fauna, incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Las hembras tortugas regresan a desovar a las playas donde nacieron, por lo que no se espera que esta situación de no presentar arribos cambie.
CG-16	*Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores*	No se requiere de campamento, los trabajadores se trasladarán diariamente al sitio de trabajo.
CG-17	*El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM- 015-SEMARNAP/SAGAR-1997.*	No se pretende el uso del fuego en ninguna etapa del proyecto
CG-18	*Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.*	El proyecto no requiere área de aprovechamiento, se trata de construir un andador y ampliar la barra de arena para restaurar una parte de la amplitud de la playa original y que la barrera de arena siga protegiendo al manglar.
CG-19	*Para la apertura de andador de servicios de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.*	Los caminos de acceso a la playa ya existen forman parte del proyecto autorizado Bahía del Carmen que se desarrolla en el predio colindante.
CG-20	*El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.*	El proyecto no establecerá viviendas o unidades de hospedaje. El proyecto no requiere área de aprovechamiento, se trata de construir un andador y restaurar una parte de la amplitud de la playa original y que la barrera de arena siga protegiendo al manglar.
CG-21	*En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en*	Se cumplirá estrictamente este criterio, durante la etapa de preparación y construcción se contará con supervisión ambiental de seguridad.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
	cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	
CG-22	*El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.*	No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.
CG-23	*Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia*	En ninguna etapa del proyecto se generarán residuos peligrosos, los vehículos y equipos a utilizar solo estarán en la etapa de preparación y construcción.
CG-24	*Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.*	El proyecto es de competencia federal al ubicarse en un ecosistema costero.
CG-25	*La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andador de servicios peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera*	El proyecto tiene el objetivo de proteger y ampliar la barra de arena, el proyecto no pretende realizar desplante de obras.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
	previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-26	*Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.*	No existen vestigios arqueológicos en el predio, o en el SAR.
CG-27	*Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.*	No se realizarán obras de infraestructura o equipamiento.
CG-28	*Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.*	No se tiene contemplado como parte del proyecto el aprovechamiento de especies vegetales o animales.
CG-29	*Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación*	No se realizarán edificaciones.
CG-30	*Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación*	No se requiere de campamento de obra. A los trabajadores se les comunicaran las prohibiciones en el área de trabajo
CG-31	*En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.*	De acuerdo con el estudio geohidrológico del predio Bahía del Carmen, en el sitio del proyecto no existen en el sitio cavernas, por lo tanto, este criterio no se vincula con el proyecto.

CLAVE	TEXTO DEL CRITERIO GENERAL	VINCULACIÓN
CG-32	*En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables*	Se cumplirá estrictamente este criterio, tal como se analiza de manera extensa en el Capítulo III del presente documento. El proyecto con la ampliación de la playa protegerá el manglar, el cual se ve amenazado por la erosión de la playa.
CG 33	*Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios*	No se contemplan actividades al interior de cavernas o cenotes, ya que no existen en el predio.
CG 34	*Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.*	El proyecto no generará aguas residuales en su operación únicamente es el andador.
CG-35	*En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.*	Se cumplirá este criterio, en el manejo de los residuos que generen los trabajadores en las labores de preparación y construcción del proyecto.
CG-36	*En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales*	No se vincula con el proyecto, ya que no se trata de un fraccionamiento.

Si bien el proyecto no es una obra turística, el uso del predio es turístico, por lo que a continuación se vincula con los criterios específicos que se refieren a las actividades y obras en la playa:

CLAVE	***TEXTO DEL CRITERIO ESPECÍFICO UGA-17***	**Vinculación con el proyecto.**
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	El sustrato en la franja litoral no es rocoso, es arena, aun con la erosión la roca no ha quedado expuesta, sigue siendo una playa de arena.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	En el sitio no existe anidación de tortugas, de registrarse alguna anidación durante las labores se avisaría a la autoridad municipal, para que traslade los huevos a algún campamento cercano autorizado. Aunque como se ha mencionado el propietario del predio en 25 años, no ha registrado la anidación de tortugas y las tortugas regresan a su sitio de nacimiento a desovar.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	No se utilizarán cuadrúpedos en ninguna etapa del proyecto.

CLAVE	***TEXTO DEL CRITERIO ESPECÍFICO UGA-17***	**Vinculación con el proyecto.**
CE-92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	Se cumplirá este criterio, sin embargo, en el sitio no hay anidación de tortuga marina.
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	Por medio de la presente MIA-P, se pretende recuperar parte de la playa que se ha perdido generando una barra de arena reforestada buscando estabilizar y detener la rápida erosión de la playa.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente	Como parte de recuperar algo de la amplitud de la playa se reforestará con especies halófitas características de duna costera, donde se utilizarán especies rastreras y de matorral nativas.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	El frente de la barra de arena se ha perdido en un 100%, se pretende restaurar parte de la amplitud perdida.
CE-105	Se permiten los andadores de servicios de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores de servicios o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El andador en este caso no es de acceso a la playa, es para evitar que los transeúntes pasen sobre la barra de arena y los manglares
CE-106	Los andadores de servicios de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores de servicios elevados que respeten el relieve natural de la duna.	

III.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.3.1 NOM-022-SEMARNAT-2003

La Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Y que en su apartado 4.0 indica las siguientes especificaciones:

4.0. Especificaciones

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

La integridad del flujo hidrológico del humedal costero

El flujo hidrológico en el sitio se limita al interior del predio, debido a que el flujo del humedal sé interrumpió en el pasado en los predios colindantes cuando terceras partes rellenaron con sascab parte del manglar – humedal en los predios colindantes. En el predio el humedal manglar se conserva en su 100% a excepción del camino antiguo que llega hasta la playa, el cual cuenta con pasos de agua.

Este flujo hidrológico al interior del predio depende únicamente de la lente de agua que se forma en la temporada de lluvia, parte del año el manglar está seco, como se describe en el capítulo IV de la presente MIA-P, donde se citan los puntos relevantes del estudio geohidrológico del predio, el cual se elaboró como parte de la MIA-P autorizada del proyecto Bahía del Carmen.

No existe un flujo entre el mar y la lente de agua del manglar, por lo que las acciones de restitución en la barra de arena que separa el manglar de la zona marina no afectaran el flujo hidrológico del manglar que depende de la lente de agua que se forma en la temporada de lluvia.

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

Uno de los resultados de las labores de recuperación de la amplitud de la playa y de su estabilidad, será garantizar la integridad del manglar, previendo que por erosión este llegue a tener contacto directo con la zona marina.

Como se ha descrito la perdida de la barra de arena tendría como consecuencia que el agua marina entrará al humedal provocando la erosión del sustrato, por lo que el manglar quedaría expuesto al embate directo de las olas, lo que disminuiría la superficie de manglar, modificando el ecosistema, hacia la plataforma continental, como hacia la zona marina.

Su productividad natural;

La productividad de este ecosistema no se verá afectada de modo alguno por el proyecto, al no realizar ninguna afectación a la integridad funcional, al no desplazar la vegetación, al conservar el 100% de la superficie de manglar en condiciones naturales, no se modifica su dinámica de crecimiento, y con ello su productividad natural. La vegetación de manglar en el predio se encuentra en buenas condiciones, y las obras a realizar no modificaran estas condiciones, únicamente le brindará protección de ser afectada por la erosión de la playa.

La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

No se realizarán actividades en la franja de manglar, ni ninguna otra obra, el manglar se conservará en el 100% de su superficie.

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

Este tipo de manglar no tiene las funciones de anidación reproducción, alimentación o alevinaje de peces, ya que no tiene contacto directo con el mar, o alguna laguna costera, para el caso de las especies residentes en el manglar como aves, algunos anfibios, y reptiles, no se generará ninguna modificación respecto a las condiciones actuales, ya que se conservará su funcionalidad ambiental.

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;

No existe una interacción directa entre el manglar y la dinámica de la playa, donde se ha registrado una severa erosión, la cual ha disminuido el ancho de la barra de arena, al no realizar ninguna afectación o modificación en el manglar y disminuir el riesgo de afectación por erosión de la barra de arena, se garantiza que las interacciones funcionales, continuaran con su dinámica natural.

Cambio de las características ecológicas; Servicios ecológicos; Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como 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 es estatus, entre otros).

El proyecto de recuperación del ancho de la playa y la construcción de las estructuras marinas que brinden estabilización a la playa, no modifican las características ecológicas del manglar, por lo que se conserva el 100% de la vegetación de manglar en las condiciones actuales, continuando con su dinámica, producción natural, servicios ecológicos y protección a la zona continental.

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.1 *Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero*	No se realizarán obras de canalización, interrupción de flujo o desvió de agua. La lente de agua se conformará de forma natural en la temporada de lluvias, y continuará con su dinámica de siempre.
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*	No se contempla la construcción de canales, ni ninguna obra en el manglar.
4.3 *Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico*	
4.4 *El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta*	No se planea la creación de diques, rompeolas, muelles, marinas ni bordos ni obra alguna que gane terreno a la unidad hidrológica disminuyendo la

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	superficie de manglar, al contrario, se protegerá el manglar al interior del predio. El proyecto pretende restaurar algo de la amplitud de la barra de arena (playa), cuya erosión amenaza la permanencia del ecosistema de humedal manglar, al ritmo de 2 metros menos de playa cada año, la erosión ya ha alcanzado el límite del manglar.
4.5 *Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.*	No se construirán bordos, ni ninguna obra que pudiera afectar el flujo de la lente de agua que se forma en la temporada de lluvia.
4.6 *Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento.*	No existe posibilidad de generar procesos de contaminación y/o azolvamiento, por las obras que se realizarán en la playa, al contrario ampliar la barra de arena protegerá el manglar del embate de las olas en condiciones normales.
4.7 *La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo*	El proyecto no extraerá agua de estos sitios y estará estrictamente prohibido verter cualquier sustancia o residuos directamente al suelo o cuerpos 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 provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.*	El área de manglar en el predio Bahía del Carmen se ha designado para su conservación total.
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.*	Estará estrictamente prohibido y se vigilará que no exista riesgo de verter cualquier sustancia o residuos directamente al suelo o cuerpos de agua.
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 requiere y no incluye la extracción de agua.
4.11 *Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.*	El proyecto no contempla la introducción de fauna o flora exótica de ningún tipo. La reforestación de la barra de arena se realizará con especies nativas.

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.12 *Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos, el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.*	El manglar en el sitio del proyecto no es estuarino, se trata de un manglar que se desarrolla en la zona baja del predio, donde el suelo por la cantidad de materia orgánica es capaz de sostener una zona inundada, y esto permite que en la temporada de lluvia se acumule el agua que conforma una lente de agua. No hay una conexión directa entre el mar y el humedal – manglar. El manglar se ubica en un bajo, donde la misma materia orgánica forma una capa impermeable que impide el escurrimiento de las aguas pluviales al subsuelo, como es característico en el suelo castico de la región, por lo que en la temporada de lluvia se forma una lente de agua, la cual se va secando en la temporada de lluvia. Se anexa el estudio geohidrológico, donde se confirma que no existe un flujo del mar hacia el humedal.
4.13 *En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.*	No se construirán ninguna vía de comunicación.
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.*	
4.15. *Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible*	No se requiere de estos servicios.
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*	Las actividades de restitución de la playa están colindantes al manglar. Uno de los objetivos de la restitución de la playa es proteger la franja de manglar que se encuentra en riesgo, por lo que se están tomando las medidas necesarias para proteger los mogotes que ya se

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
	encuentran rodeados de agua marina por la pérdida de la playa. Por lo que el proyecto no conlleva la construcción de "infraestructura" y tampoco se realizarán actividades productivas. Sin embargo, previendo que la autoridad tenga otro criterio de lectura del presente punto, se realizarán las actividades de restitución de la playa, por lo que la promovente propone una medida de compensación, ajustándose al ***ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.***
4.17 *La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen*	El banco de arena se encuentra en ecosistema marino fuera del humedal, y se solicita autorización en la presente MIA-P para obtener la arena requerida.
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.*	El proyecto no planea realizar relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación. El manglar se conservará en sus condiciones naturales, respetando el 100% de su superficie.
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.*	El proyecto no realizará tiro o disposición de ningún material dentro del manglar, y como se mencionó no existe riesgo de que las obras obstruyan ningún escurrimiento natural
4.20 *Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.*	En todas las etapas del proyecto se les hará saber a los usuarios y trabajadores de esta prohibición, contando con un número suficiente de contenedores para la colecta de los residuos de los trabajadores.
4.21 *Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas (…)*	El proyecto no realizara este tipo de actividades.
4.22 *No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, (…)*	No se tiene programada esta actividad en el proyecto, esta especificación no aplica al proyecto.
4.23 *En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la*	No se planea la construcción de canales en el manglar, ni de remover vegetación, se respetará el

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental (…).	100 % de la superficie que ocupa la vegetación de manglar.
4.24 *Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.*	No se tiene programada este tipo de actividad acuícola o productiva para el proyecto, por lo que este criterio no se aplica al proyecto.
4.25 *La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio*	
4.26 *Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica (…).*	
4.27 *Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, (…)*	
4.28 *La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.*	No se realizará ningún tipo de obra o actividad dentro del humedal.
4.29 *Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo*	
4.30 *En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.*	
4.31 *El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.*	
4.32 *Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de andador de servicios s 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 fragmentará el humedal, y si le brindara protección disminuyendo el riesgo de afectación por erosión de la playa (barra de arena).
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 al desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.*	El proyecto no contempla canales, ni ningún tipo de obra sobre el manglar, todas las actividades son en la barra de arena y en la zona marina colindante.

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
4.34 *Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.*	No se compactará el sedimento, no habrá ninguna obra nueva sobre el área de manglar que pueda compactar el sedimento.
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 presente proyecto es una obra que protegerá el manglar, y con ello sus servicios ambientales como hábitat de fauna y vegetación.
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 manglar actualmente presenta buenas condiciones, no requiere de acciones de restauración, sin embargo, si es de resaltar que esta obra representa un sistema de protección, para que la erosión de la playa no llegue hasta el manglar provocando su erosión y afectación.
4.37 *Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades 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 manglar actualmente presenta buenas condiciones, no requiere de acciones de restauración, sin embargo, si es de resaltar que esta obra representa un sistema de protección,
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.*	
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*	
4.40 *Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.*	
4.41 *La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.*	
4.42 *Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.*	El presenta estudio ve el proyecto de forma integral, tomando en cuenta los ecosistemas que interactúan entre la zona marina y el manglar en la unidad hidrológica.
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*	*El ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la*

NOM-022-SEMARNAT-2003	Vinculación con el proyecto
ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso del suelo correspondiente.	*preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Señala que si bien la norma no establece la figura de compensación que deberá utilizarse para la autorización de la obra o actividad en el procedimiento de impacto ambiental.* *Que la compensación permitirá aumentar la superficie de manglar en beneficio de los recursos naturales y las personas por los servicios ambientales que dichos ecosistemas proveen.* Derivado de que en Quintana Roo existen pocos viveros con disponibilidad de las 4 especies de manglar, se propone como medida de compensación ejecutar un programa de apoyo para que el vivero de la *Asociación Civil Flora y Fauna* quien ha colaborado con la ANP Manglares Nichupté y la ANP Isla de Cozumel y Arrecifes de Cozumel, pueda contar con ejemplares de las 4 especies para las labores de reforestación que se realizan en la región. La propuesta es que se puedan recolectar propágulos del manglar en el predio, y se mantenga en dicho vivero hasta completar 300 ejemplares (más de 50 de cada especie aproximadamente). Los gastos del mantenimiento de dichos ejemplares estarán a cargo de la promovente por un año. (Personal, materiales y equipos que se requieran). Se avisará a la *Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano CONANP* dirección de estos ejemplares disponibles para donación para que se puedan usar en sus labores de reforestación.

III.3.2 NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con relación a la *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.*

En la franja de mangle donde se registra la presencia de las 4 especies de mangle que se desarrolla en el Caribe Mexicano:

Familia	Especie
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*
Combretaceae	*Conocarpus erectus*
Acanthaceae	*Avicennia germinans*

En la zona marina frente al proyecto se registra presencia de los pastos marinos en categoría de amenazada:

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección
Magnoliophyta	Syringodium filiforme(A)	A (Amenazada)
	Thalassia testudinum(Pr)	Pr (Sujeta a protección especial)

En la zona marina no se localizaron especies de fauna en alguna categoría de protección por la norma en comento. Al inicio de cada jornada se realizará la revisión de las áreas de trabajo para asegurar que no se está dañando ninguna especie de flora o fauna marina.

III.4 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El predio, la zona federal marítimo terrestre y la zona marina colindante no se ubican en ningún área natural protegida, la más cercana es la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, la cual se ubica a más de 1000 m, sin embargo si se ubica en la zona de influencia.

III.4.1 ÁREA NATURAL PROTEGIDA, CON EL CARÁCTER DE RESERVA DE LA BIOSFERA, LA REGIÓN CONOCIDA COMO CARIBE MEXICANO. (RBCM)

En el presente apartado se realiza el análisis de los artículos que se vinculan al proyecto:

DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.
ARTÍCULO PRIMERO: (…) *El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientas treinta y dos mil seiscientas cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve puntos dieciocho centiáreas), mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas (tres millones ochocientas veintiuna mil cuatrocientas seis hectáreas, ochenta y siete áreas, cincuenta y dos puntos cuarenta y dos centiáreas). (…)* *ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO. La Secretaría, por conducto de la Comisión, delimitará en el programa de manejo la zona de influencia de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regional sustentable acordes con la presente declaratoria y promover que las autoridades, que regulen o autoricen el desarrollo de actividades en dicha zona, consideren la congruencia entre éstas y la categoría de manejo asignada a la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.*

Al respecto en el PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA RBCM se establece respecto al área de influencia:

Con relación al ACUERDO por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con categoría de Reserva de la Biosfera la región conocida como Caribe Mexicano.

Zona de influencia

De conformidad con lo señalado en los artículos 3o., fracción XIV y 74 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, la zona de influencia es la superficie aledaña a la poligonal de un Área Natural Protegida que mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con esta. En el caso de la Reserva de la Biosfera abarca una superficie aproximada de 3 millones 843 mil 737.739520 hectáreas del estado de Quintana Roo, el cual cuenta con 11 municipios, con núcleos poblacionales de importancia nacional e internacional como son: Cancún, Cozumel, Playa del Carmen, Isla Mujeres, Tulum, Mahahual, Chetumal, entre otros.

La zona de influencia abarca la totalidad del estado de Quintana Roo, así como las porciones marinas entre la Reserva de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas y los límites con la costa del estado, sin incluir a las Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal existentes, cabe señalar que en dichas Áreas Naturales Protegidas aplica el Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y el Programa de Manejo correspondiente. Esta zona de influencia toma como antecedente:

Terrestre:

- *Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*
- *Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*
- *Áreas de importancia para la conservación de las aves, 2015 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*
- *Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).*

Marino:

- *Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.*
- *Zonas Marinas Significativas Ecológica y Biológicamente del Convenio sobre la Diversidad Biológica, EBSA's por sus siglas en inglés (Ecologically or Biologically Significant Marine Areas).*
- *Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM).*

En esta zona de influencia se lleva a cabo una conectividad ecológica importante con la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, que incluye una interacción hidrológica, biológica, geológica, atmosférica, cultural, económica, social y escénica. En cuanto a la relación cultural, se encuentran diversos sitios arqueológicos correspondientes a la Cultura Maya de acuerdo al Instituto Nacional de Antropología e Historia, enlistados a continuación: (…)

Asimismo, en cuanto a la relación hidrológica, la salud del ambiente marino de la Reserva de la Biosfera está íntimamente relacionado con las actividades que se llevan a cabo tierra adentro y en las costas, particularmente aquellas relacionadas con la descarga de sedimentos y nutrientes terrestres a las cuencas hidrológicas. De acuerdo a lo anterior, las descargas que tenga efecto directo en el Área Natural Protegida se recomienda cumplir con los siguientes parámetros: (…)

El buen estado de conservación de la Reserva de la Biosfera proporciona beneficios ambientales a la Zona de Influencia gracias a la gran variedad de servicios ambientales que brinda, así como el valor paisajístico que da a las actividades turístico-recreativas que, a su vez, genera efectos económicos positivos. Asimismo, la funcionalidad de los ecosistemas interconectados conforma el patrimonio natural de esta zona turística

***Regla 73.** Los proyectos de protección costera, recuperación de playas, extracción de arena, instalación de arrecifes artificiales y sus obras asociadas, deberán atender lo siguiente: (…)*

IV. No afectar los procesos de dinámica costera en el área marina, el sistema playa-duna costera, del área inmediata y de la zona de influencia;

Vinculación con el proyecto:

El proyecto se ubica en el área de influencia, y no generará ningún impacto hacia la dinámica costera ni área de influencia. El proyecto es de baja magnitud al realizar actividades únicamente en una playa rodeada por estructuras perpendiculares a la playa y en la zona marina colindante, por lo que no llega a tener influencia alguna en los procesos de la zona marina o playas colindantes.

III.5 ÁREAS PRIORITARIAS.

El predio se ubica en la *Región hidrológica prioritaria No. 105. CORREDOR CANCÚN – TULUM,* y en la Región marina cuyas fichas técnicas señalan:

Región hidrológica prioritaria No. 105. CORREDOR CANCÚN – TULUM
Estado(s): Quintana Roo *Extensión: 1,715 km2* *Polígono: Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N* *Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W* *Recursos hídricos principales* *lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales* *lóticos: aguas subterráneas* *Limnología básica: ND* *Geología/Edafología: suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.* *Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28°C. Precipitación total anual 1000-2000 mm.* *Principales poblados: Cancún, Playa del Carmen, PTO. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha* *Actividad económica principal: turismo, forestal y pecuaria* *Indicadores de calidad de agua: ND*
Biodiversidad: *tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmarinundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: Acacia globulifera, tasiste Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea, ramón Brosimumalicastrum, Bucida buceras, chaca Bursera simaruba, Caesalpinia gaumeri, Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba reflexiflora, C. uvifera, palma nakax Coccothrinax readii, Cordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperus planifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii, palo de tinte Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea, chicozapote Manilkara zapota, chechén Metopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana, palma Pseudophoenix sargentii, mangle rojo Rhizophora mangle, palma chit Trinax radiata. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchia scalaris, Synedra ulna y Terpsinoe musica. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo Antromysis (Antromysis) cenotensis; el anfípodo Tulumella unidens; el palemónido Creaseria morleyi; los decápodos Typhlatya mitchelli y T. pearsei; los copépodos Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclops agilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiaptomus texensis, Mesocyclops edax, Mesocyclops sp., Schizopera tobae cubana, Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinus s.str.; los ostrácodos Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotus putei, C. symmetricus, Darwinula stevensoni, Eucypris cisternina, E. serratomarginata, Herpetocypris meridiana, Metacypris americana, Stenocypris fontinalis, Strandesia intrepida, S. obtusata; de peces como los cíclidos Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida y Thorichthys meeki; los poecílidos Belonesox belizanus, Gambusia yucatana, Heterandria bimaculata, Poecilia mexicana, P. orri y P. petenensis; la anguila americana Anguilla rostrata, el carácido Astyanax aeneus y el bagre Rhamdia guatemalensis. Endemismos del isópodo Bahalana mayana; de los anfípodos Bahadzia bozanici, Mayaweckelia cenoticola, Tuluweckelia cernua; del ostrácodo Danielopolina mexicana; del remípedo Speleonectes tulumensis; del termosbenáceo Tulumella unidens, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces Astyanax altior, la brótula ciega Ogilbia pearsei, la anguila Ophisternon infernale, Poecilia velifera; de aves el pavo ocelado Agriocharis ocellata, el loro yucateco Amazona xantholora, que junto con el manatí Trichechus manatus se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama Caretta caretta, blanca Chelonia mydas, laúd Dermochelis coriacea y el merostomado Limulus polyphemus. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa Boa constrictor, huico rayado Cnemidophorus cozumela, garrobo Ctenosaura similis, iguana verde Iguana iguana, casquito Kinosternon scorpioides, mojina Rhinoclemmys areolata, jicotea Trachemys scripta; las aves loro yucateco Amazona xantholora, garceta de alas azules Anas discors, carao Aramus guarauna, aguililla cangrejera Buteogallus anthracinus, hocofaisán Crax rubra, el trepatroncos alileonado Dendrocincla anabatina,garzita*

Región hidrológica prioritaria No. 105. CORREDOR CANCÚN – TULUM

alazana Egretta rufescens, halcón palomero Falco columbarius, el gavilán zancudo Geranospiza caerulescens, el bolsero yucateco Icterus auratus, el bolsero cuculado I. cucullatus, zopilote rey Sarcoramphus papa, golondrina marina Sterna antillarum, Strix nigrolineata y los mamíferos mono aullador Alouatta pigra, mono araña Ateles geoffroyi, grisón Galictis vittata y oso hormiguero Tamandua mexicana.

Aspectos económicos: pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en PTO. Morelos.

Problemática:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco Cocos nucifera tasiste.

Conservación: *se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.*

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

Cita: Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores). Regiones hidrológicas prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Análisis respecto al proyecto: El proyecto no contribuirá a la problemática en la región hidrológica, al contrario, al proteger el manglar con la recuperación de la amplitud de la playa, se contribuye a su conservación. El proyecto no constituye un riesgo de contaminación a las aguas subterráneas, y no se afecta ninguna población de las especies registradas en la región.

Región marina prioritaria 63. PUNTA MAROMA-PUNTA NIZUC

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 1 005 km2

Polígono: Latitud. 21°11'24" a 20°32'24"

Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes. Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia. Descripción: arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios. Oceanografía: predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente. Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados. Aspectos económicos: zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo

Problemática:

- *Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.*
- *Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

- *Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*
- *Especies introducidas de Cassuarina spp y Columbrina spp.*

Conservación: *ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación.*

La laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección. Grupos e instituciones: UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka´an A.C, Gema

Cita: Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Análisis respecto al proyecto: El proyecto contribuirá a la protección del manglar, utilizará especies nativas en la reforestación del manglar, no contribuye a la problemática de la región marina prioritaria.

III.6 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DEL PROYECTO Y LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS:

Se advierte que el proyecto se apega a los instrumentos normativos de las actividades a realizar y a los instrumentos de regulación de uso de suelo, al tomar en consideración que se está realizando un proyecto cuyo objetivo es la restitución de una parte de la playa que ha sido afectada por obras y actividades realizadas por terceros en las colindancias del proyecto, las cuales han modificado severamente la dinámica de la playa y que pone en riego una zona de manglar de 9 hectáreas y mangles aislados en el litoral.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación del Sistema Ambiental que corresponde con el área de estudio, se estableció considerando la unidad geográfica – ecosistemas – actividades socio económicas y área de influencia directa. Para ello, fue necesaria la identificación de los ecosistemas en los cuales incidirá el proyecto y sus delimitaciones naturales, se buscó identificar el área territorial que aparentemente es homogénea, que conforma una unidad ambiental de referencia.

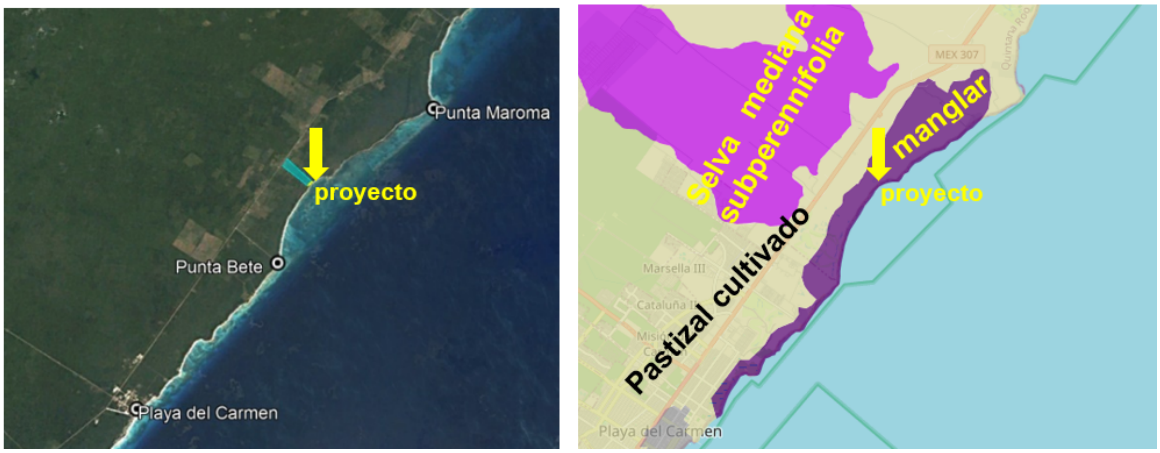


Figura 20. A la izquierda imagen de Google earth con fecha de 1988 de Playa del Carmen al sur y Punta Maroma al norte, a la derecha imagen de la carta de Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie II (continuo nacional INEGI) donde se observan las franjas de vegetación a grandes rasgos, ya que no se marcaba la delgada línea de la duna y matorral costero por la escala de la imagen, que está marcado como parte del manglar en morado.

Actualmente las construcciones de los desarrollos turísticos interrumpen la continuidad de estas franjas (**Figura 21**) la continuidad entonces son las construcciones y los ecosistemas de la Bahía entre Punta Bete al sur y Punta Chunchuen al norte:

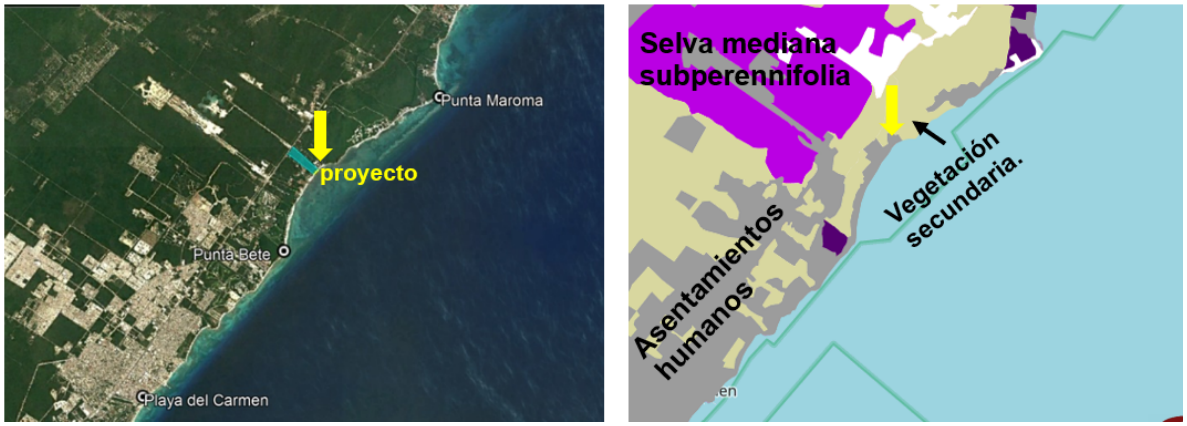


Figura 21. A la izquierda imagen de Google earth con fecha de 2020 de Playa del Carmen al sur y Punta Maroma al norte, a la derecha imagen de la carta de Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional INEGI) donde se observan las franjas de vegetación actual, y la reducción de la superficie del manglar.

En el ambiente **marino,** es relevante la topografía del fondo (batimetría) y además los factores que inducen el movimiento del agua, tales como; la marea, el oleaje producido por el viento, los efectos de estos factores, son influenciados por la topo-forma de la costa, verificando la presencia de arrecifes, laguna arrecifal, puntas y bahías.

Particularmente en el sito que nos ocupa, es posible delimitar una celda marina con hidrodinámica aislada cerca de la línea de costa y con características de sitio, entre Punta al norte de Tres Ríos y al sur Punta Bete. Lo que llamaremos mesocelda.

Línea de costa; Estos dos grandes sistemas (marino y terrestre), tienen una zona de contacto en la que se influencian mutuamente formando una línea de costa, compuesta por la denominada zona infralitoral (playa sumergida), la zona intermareal que es la franja que cubre y descubre el agua con las mareas y la zona Supralitoral (playa seca).

El proyecto se ubica en la línea de costa frente al predio Bahía del Carmen, el andador en la zona marina y la barra de arena costera en la zona intermareal.

Criterios de delimitación del SA.

El SA se delimito considerando límites físicos y de la microcuenca en la zona terrestre y en la zona marina las salientes o puntas de la geoforma costera, así como la batimetría. Tal como a continuación se detalla:

1. **Sistema Ambiental Terrestre (SA-T).** Este componente se delimitó considerando los límites físicos en tierra, los cuales corresponden como sigue:

   Al oeste se ubicó como límite la Carretera Federal 307, la cual representa una barrera física que delimita la unidad sistémica terrestre mencionada (selva - manglar –barra arenosa– línea costera). Debido a que para su construcción y ampliación se ha modificado el relieve y se interrumpieron los flujos hídricos superficiales naturales, por lo que constituye una barrera tanto para el paso de fauna como para el escurrimiento del agua y es un elemento que fragmenta el paisaje de forma muy importante

   Al norte la microcuenca que se encuentra, delimitada por la vialidad y los canales que transcurren por el desarrollo denominado tres ríos; los canales son una fractura natural del terreno por donde desfoga el agua proveniente de los ríos subterráneos que se originan en el centro de la Península, ;

   Al sur por el camino que transcurre desde la carretera federal 307 hasta la playa a la altura del espigón norte del desarrollo denominado *Ocean Maya Royal*, el camino transcurre por el desarrollo denominado *Blue Bay* y desemboca en la vialidad que delimita estos dos predios hoteleros, y que al igual que tres ríos representa una barrera física en tierra que delimita la continuidad del manglar, este límite sur del SA-T, continua por este camino hasta la carretera federal 307.

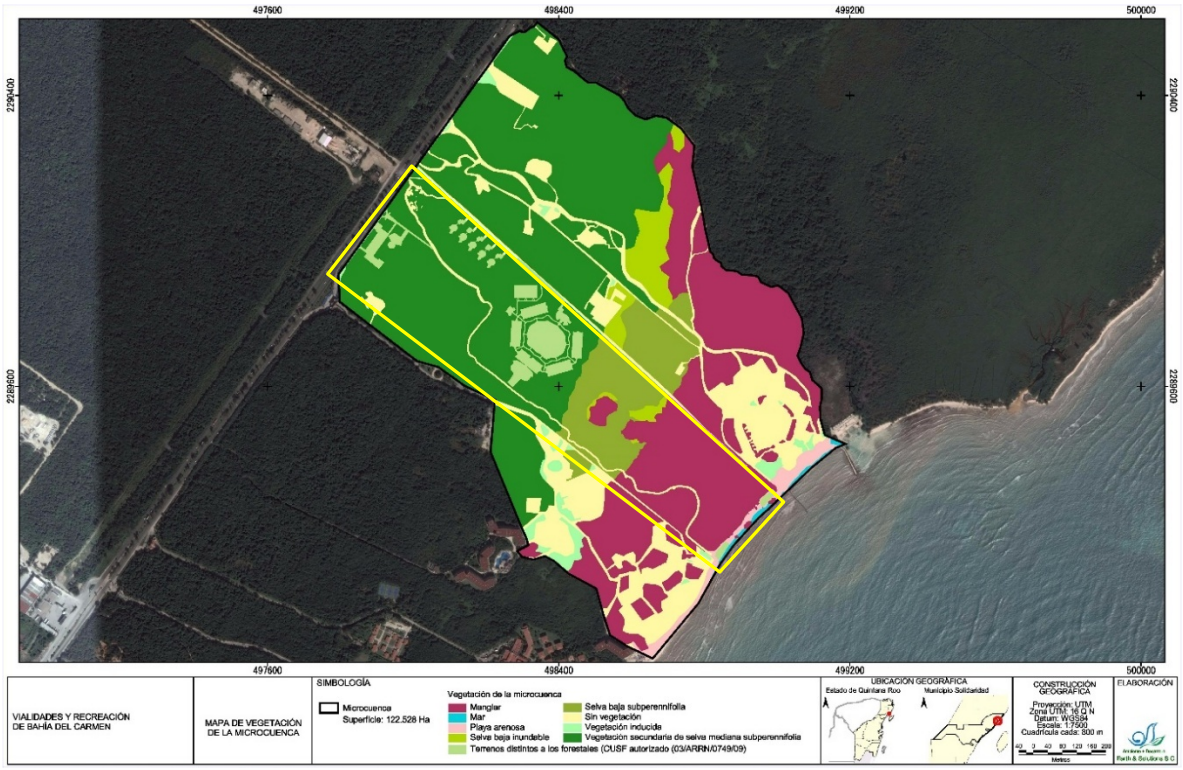


Figura 22. Sistema Ambiental Regional en su componente Terrestre (SA-T), delimitado por las estructuras físicas que delimitan una microcuenca en la que se encuentra inserta el predio Bahía del Carmen (polígono amarillo).



Figura 23. Vista del SAT delimitado por el polígono amarillo en relación con la microcelda del SAM

2. **Sistema Ambiental Marino (SA-M)**. Este componente del SAR, Se delimitó considerando los límites funcionales que producen los fatores marinos, los cuales corresponden como sigue:

- La **microcelda** que está delimitada al norte por un espigón artificial en el desarrollo de Tres Ríos y al sur por otro espigón artificial que interfieren con el transporte litoral de manera local. En esta celda se encuentra el sitio de aplicación de las obras y actividades del proyecto, así como la zona de influencia. Este es el sistema ambiental donde está inmersa la playa a restituir y el área donde se construirá el andador. (Esta microcelda se considera el área de influencia), mide 0.8 Km de frente de playa entre los que se encuentra el frente de playa del predio Bahía del Carmen y tiene una superficie de 24.11 ha.
- La **mesocelda** está delimitada al norte del hotel Tres Ríos también en una punta que además tiene un afluente de agua dulce y al sur por Punta Bete, ambos entorpecen el movimiento de sedimento bilateral y son los límites de celdas contiguas. esta zona es un tamaño de área intermedio entre la Macrocelda y la microcelda, tiene 3.7 km de frente de playa y ocupa una superficie de 606.70 ha, se encuentra al interior de la macrocelda



Figura 24. Vista SA delimitado por la mesocelda (Polígono verde) y la microcelda, (Polígono rojo).

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para la caracterización del SA se realizaron diversos estudios, dando énfasis en los sistemas, con mayor interrelación, los cuales se integran en los diferentes apartados de este capítulo y se toman en cuenta a lo largo de la presente MIA-P.

IV.3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA

IV.3.1 MEDIO ABIÓTICO TERRESTRE

A) Clima y fenómenos meteorológicos

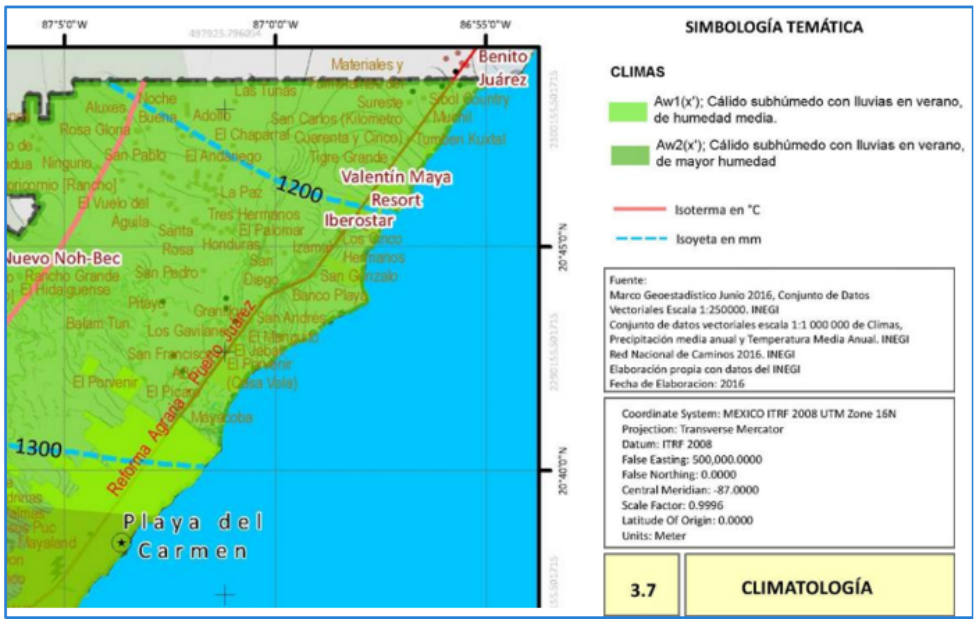


Figura 25. Clima en el SA AW1 (x')[1].

En el SA el clima es de tipo AW1 (x')iw"g[1], corresponde al clima cálido subhúmedo (P/T menor de 43.2). Régimen de lluvias en verano e intermedias en invierno, sequía interestival y pequeñas variaciones estacionales en evaporación, precipitación y temperatura. La temperatura varía con la época del año, la temperatura media anual es de 26° C, las temperaturas más bajas se registran en el mes de enero con 14º C y las máximas se alcanzan en el mes de agosto con 33º C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros, con estación de lluvia de marzo a noviembre.

Los factores climáticos en el sitio son altamente relevantes para el proyecto, la temperatura y el régimen de lluvias, no lo es tanto, como la velocidad y dirección del viento, que causa el oleaje y corrientes marinas (los cuales se describen con detalle más adelante), que en conjunto erosionan o acrecientan la playa, y que es la causa del presente proyecto.

[1] Atlas de peligros y/o riesgos del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, 2016. https://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2016/AR_SOLIDARIDAD_QROO_2016.pdf

De los factores atmosféricos, es de gran importancia la presencia de las tormentas tropicales, que con gran intensidad se tornan en huracanes, en los cuales se combinan fuertes vientos, lluvias, marea de tormenta y oleaje intenso. Según su intensidad los huracanes se dividen en diferentes categorías en la escala Saffir-Simpson y tienen un importante impacto sobre la zona costera. La temporada de Huracanes se extiende del 1 de junio al 30 de noviembre de cada año, la época de “Nortes” es de menor duración, abarcando de noviembre a mayo, y no causa daños significativos.

Para el proyecto que se presenta, se realizó un estudio donde se evalúa el impacto que causaría el paso de huracanes con categoría 1, 3 y 5 en la escala Saffir-Simpson sobre la costa.

En la **Figura 26** se muestra la trayectoria de los huracanes que han pasado a una distancia igual o menor de100 km del SA, así como el grafico que relaciona, dirección e intensidad, en donde el azul más claro representa la velocidad del viento más alta que va de 8 a 12 m/s, la azul más oscura representa la velocidad de viento más baja que va de 0 a 4 m/s, mientras que el tono intermedio también denota una velocidad intermedia que va de los 4 a 8 m/s, es evidente que la dirección predominante es el Este y también predomina la velocidad intermedia.

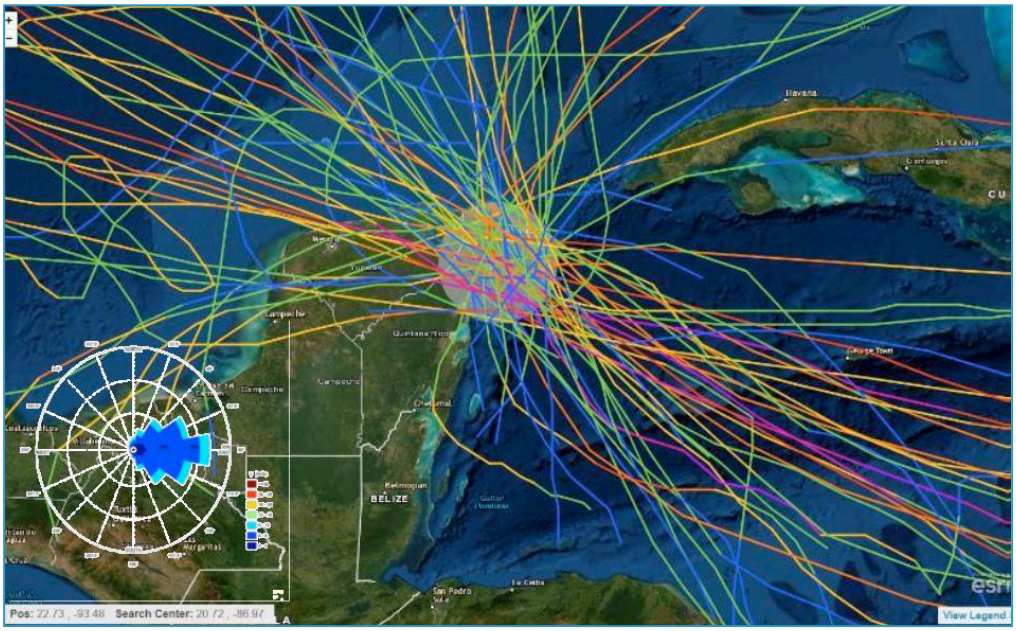


Figura 26 Trayectoria de huracanes ocurridos a menos de 100 km del SA (circulo) y grafico de dirección e intensidad del viento (azul claro= 8 a 12 m/s, azul oscuro= 0 a 4 m/s, tono intermedio= 4 a 8 m/s, es evidente que la dirección predominante es el Este

B) Geomorfología

La geomorfología en la parte terrestre del SA, pertenece y es típica de la provincia geomorfológica denominada Zona Costera, y se caracteriza por una topografía plana con micro relieves con pendientes de 0 a 10% (Fragoso-Servón P., et. Al. 2014).

De este a oeste inicia como un cordón litoral angosto producto de acarreos marinos, separado de tierra firme por la zona de manglar en la cual se tienen lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas con fracturamientos. Paralelo a la línea costera y en dirección norte sur se

encuentra una elevación de entre 2 y 4 metros de altura, que es suficiente para diferenciar las zonas bajas ocupadas por manglares y lagunas intermitentes con la selva mediana.

En el SA y toda la zona norte de Quintana Roo afloran arenas calcáreas del pleistoceno coronadas por una capa de caliche compacto de espesor variable. Este caliche presenta algunas discontinuidades en superficie como depresiones cársticas y/o fracturas. En las zonas bajas se encuentran lodos calcáreos, arcillas y arenas no consolidadas acumuladas en lagunas someras y se encuentran separadas por un cordón litoral. PNUMA (2008).

Las fracturas con orientaciones NW-SE descargan agua subterránea en costa con manifestaciones de ojos de agua y/o manantiales este relieve y composición de las rocas es crucial en el funcionamiento de la zona, ya que determina el movimiento del agua, que en las cuencas es pluvial formando lagunas someras e intermitentes, mientras las fracturas ocasionan un sistema subterráneo, formando sistemas kársticos.

En el SA y especialmente para la zona de influencia del proyecto, esto es importante ya queda forma a las estructuras propuestas, y precisamente al encontrarse estos afloramientos de agua subterránea en la zona litoral, contribuyen a la erosión costera, por el acarreo de materiales. Al norte en lo que se conoce como “tres ríos” son este tipo de afloramientos del agua subterránea.

C) Suelo

Por definición, el concepto de suelo se ubica en el ambiente terrestre, es el material sin consolidar que se encuentra sobre el lecho rocoso y tiene una connotación relevante en los procesos de vegetación y agricultura, para el caso del proyecto –dada su naturaleza predominantemente marina-, no representa un elemento relevante, sin embargo se puede señalar que en el SA-Tel suelo es predominantemente de tipo Solonchak en el humedal, Leptosol en la vegetación de selva, y Arenosol en la zona de matorral costero, estos tipos de suelos tienen las siguientes características:

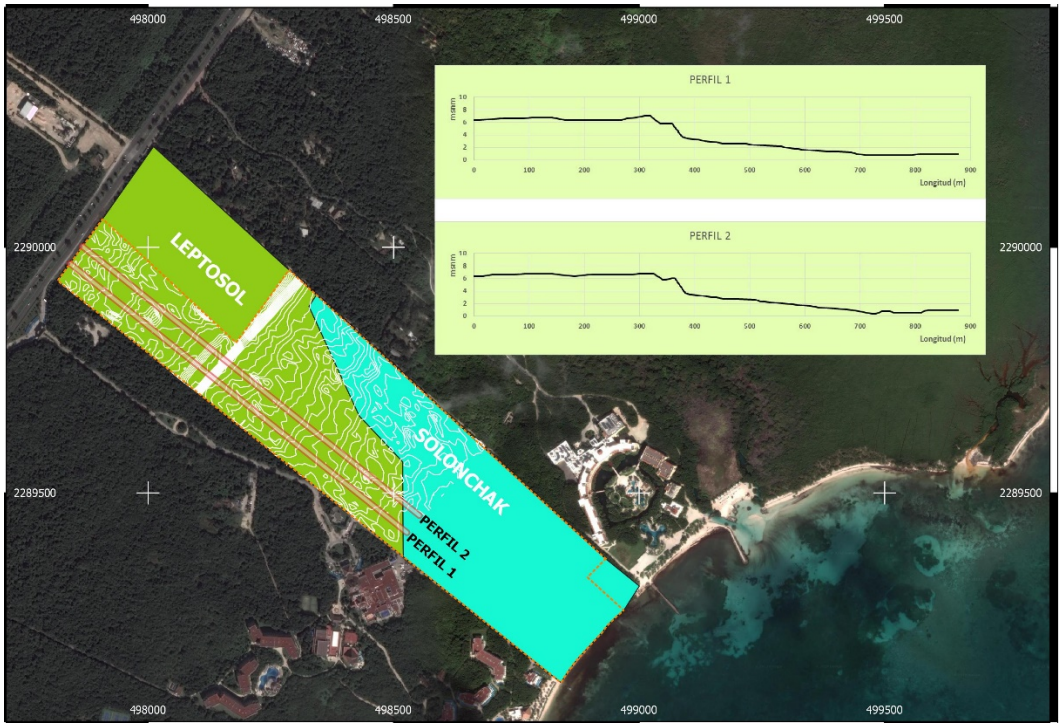


Figura 27. Tipos de suelo en el SA en la parte terrestre, aunque en el plano no se aprecia el arenosol, este se ubica en la línea de costa.

Leptosol (LP). - Del gr. *leptos*: delgado; connotativo de suelos poco profundos, poco desarrollados. Nombres equivalentes: Litosol y Rendzina (FAO), Tzek'el y Pus-Lu'um (Maya).Estos tipos de suelos son los más extensos en este sistema ambiental. Son suelos originados por la acumulación de materia orgánica y humus sobre la superficie mineral y por la mínima solución y meteorización de las rocas calcáreas subyacentes. Su modo de formación es in situ. Son suelos jóvenes y presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, que yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente. Presentan un pH ligeramente alcalino y composición humífera. Su drenaje interno y superficial es eficiente. Debido a esta textura, se favorece el almacenamiento de elementos nutritivos en su delgado perfil. Son suelos muy ricos en materia orgánica. En estos suelos se desarrolla fundamentalmente la selva mediana subperennifolia.

Solonchaks (SC). - Del ruso sol, sal y chak; connotativo de área salina. Nombres equivalentes: suelos salinos; Salorthids (USDA). Son suelos coluviales derivados de materiales acarreados que son depositados en los bajos, generalmente a manera de manchones distribuidos entre los litosoles y en las zonas de pantanos en donde hay depositación de materia orgánica logrando una concentración muy rica, se inundan durante los meses de junio a noviembre. Su color representativo es el negro parduzco en los horizontes superficiales, y con una gama de gris a gris olivo en los inferiores, estos tipos de suelos presentan un drenaje interno y superficial lento. Se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en algunos horizontes, o en toda su superficie; son poco susceptibles a la erosión, no presentan carbonatos y tienen un pH ligeramente ácido. Este tipo de suelos se encuentra en la zona costera. En estos suelos se desarrollan los manglares.

Arenosol. - Del latín arena: arena. Literalmente, suelo arenoso. Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La

vegetación que presentan es variable. Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65%de arena. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes este suelo se encuentra en los límites de la barra arenosa con el humedal y permite el crecimiento del matorral costero.

D) Hidrología

En el área comprendida dentro del SA-T se carece de corrientes de agua superficiales y presenta índices de escurrimiento en la zona costera que van de 0 a 5% o de 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limo.

Los cuerpos de agua superficiales más representativos en el SA-T se refieren principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes, y reholladas, así como cavernas-

Los cenotes, lagunas y aguadas son las únicas manifestaciones de agua superficial. Las dos últimas tienen su origen en zonas donde se forman llanuras de inundación, que permanecen temporal o permanentemente inundadas, el origen de los aportes de agua en las cuencas de los manglares es pluvial, o bien como consecuencia del flujo subterráneo a través de la boca o cuello de cavernas que afloran en el suelo. La micro-topografía juega un papel importante en el estancamiento de estos cuerpos de agua.

Por otra parte, la descarga del agua subterránea a través de manantiales costeros(denominados localmente "ojos de agua") en el interior de la cuenca es una contribución importante que hay que tomar en cuenta para efectos del balance anual del agua en estos sistemas los cenotes son parte muy importante en el comportamiento hidrodinámico del acuífero cárstico de la Riviera Maya. Forman parte del sistema que conforma la estructura o aparato que gobierna el flujo del agua subterránea. Entre otras geoformas típicas existentes en la Riviera Maya se tienen: dolinas o depresiones cársticas, fracturas, conductos de disolución, las cavernas, pasajes subterráneos, caletas, manantiales submarinos u ojos de agua y las cuevas submarinas.

Debe de entenderse por sistema cárstico a todo el conjunto de geoformas en las cuales cada una cumple con una función específica, esto es: los cenotes, las dolinas o depresiones cársticas y las fracturas en el terreno funcionan como medios de infiltración de agua al acuífero; los conductos de disolución, las cavernas y los pasajes subterráneos son las formas de conducción a través de las cuales se mueve y circula el agua subterránea hacia las zonas de descarga; y las caletas, manantiales submarinos u ojos de agua, las cuevas submarinas y toda fractura o fisura dentro del mar o en las partes bajas inundables cercanas a la costa son las formas de emisión o descarga del sistema cárstico.

Este sistema cárstico costero es relevante para el presente proyecto, ya que es la influencia que llega desde la parte continental a la marina, y que obliga para la protección de la línea de costa, el establecimiento de estructuras que encausen y dirijan el torrente de agua que se proyecta podría generarse en eventos de lluvias extraordinaria que inunden la zona baja donde se desarrolla el manglar.

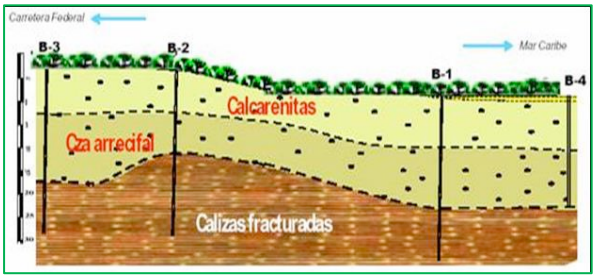
En el predio se realizó el estudio Geohidrológico el cual se presenta en el **Anexo 1,** y que indica que se trata de un acuífero cárstico con un nivel freático entre 0.709m y 7.04 m por debajo del

nivel del terreno. El agua subterránea circula en un medio dominado por conductos de disolución (calizas arrecifales) por debajo de los 10 m y en la parte más somera a través de los planos de estratificación de las calcarenitas, se infiere una red de fracturas con orientación preferencial NW-SE cuyo conducto descarga en la costa con manifestaciones de ojos de agua y/o manantiales.

La interface salina del acuífero se ubica entre -7.0 y -10.0 m. bajo el nivel medio del mar en los puntos más cercanos a la costa y entre -12 y -15 m para los puntos más alejados. En general en la porción oeste del predio se encontró una capa de agua salobre somera con espesores entre 4 y 5 m, a mayor profundidad se muestran zonas asociadas a la presencia de agua marina que intrusión sobre áreas continentales. Las altas eficiencias (63 y 45 %), infiere un acuífero cárstico semiconfinado o semilibre. La cuantificación del volumen de agua subterránea que descarga hacia el mar utilizando redes de flujos arrojo un valor de 54 l/s. en 600 m de costa.

En el modelo conceptual de acuífero de la zona a la que pertenece el predio, la recarga de acuífero se localiza a 35 Km al oeste y 25 Km al Noroeste desde las fallas de la Depresión Central y del Levantamiento Central Vallarta respectivamente y pasando a través de la Depresión Costera Sur.

El acuífero principal que descarga a través de la zona estudiada para el geohidrológico, consiste de calizas compactas a masivas a veces arcillosas con excelente permeabilidad producto del fracturamiento y desarrollo cárstico; el cual termina debajo del cordón del Pleistoceno que conforma el acuífero clástico costero formado por una secuencia de depósitos recientes de calizas arrecifales en la parte inferior y arenas calcáreas finas poco compactas, y con algunos horizontes cementados en la parte superior que presentan buena permeabilidad. El perfil geológico en el sitio se muestra en la **Figura 28**.



Se evidencia que no hay conexión superficial con el manglar el cual se desarrolla en la zona baja del predio cuya lente de agua depende totalmente de la temporada de lluvia.

Figura 28. Perfil geológico en el sitio.

IV.3.2 MEDIO ABIÓTICO MARINO.

El medio Abiótico marino en el SA-M fue caracterizado a detalle, debido a la naturaleza del proyecto que se propone, se encuentra en este sistema y que se espera impacte positivamente la zona litoral, acrecentándola. Mediante los estudios realizados se encontró que el SA-M, tiene las siguientes características abióticas

A) Perfil costero, levantamientos de secciones de playa de costa.

La costa entre Cancún y Tulum ha sido caracterizada como ensenadas de playas arenosas, puntas rocosas y ocasionalmente caletas con agua dulce y salobre. En esta zona el acuífero subterráneo es muy activo y disuelve intensamente el subsuelo por lo que son abundantes los cenotes. Los ríos subterráneos que llegan al mar, al disolver la roca caliza forman cavernas, que

al colapsarse dan origen a las caletas. Las caletas se erosionan y acumulan arena dando lugar a las típicas playas en forma de medialuna.

La forma natural de las playas y dunas difiere a lo largo de la costa en función del ambiente terrestre adyacente y de la presencia o ausencia del rompiente o laguna arrecifales, la costa en el SA-M se delimitó tomando en cuenta este sistema de puntas y ensenadas. En este caso las puntas se encuentran conformadas por barras arenosas, resultado de la protección que les brinda al norte el arrecife de coral, que se encuentra frente a Punta Maroma, en donde se observa la franja más ancha de la barra arenosa, evidenciada por el matorral costero, al norte del SA-M, la cresta arrecifal se interrumpe, generando un espacio en el que la energía del mar al no tener barreras llega hasta la línea de costa y genera una bahía por erosión, que es el caso de la mesocelda; una Bahía de Punta Bete a Punta al norte de tres Ríos.

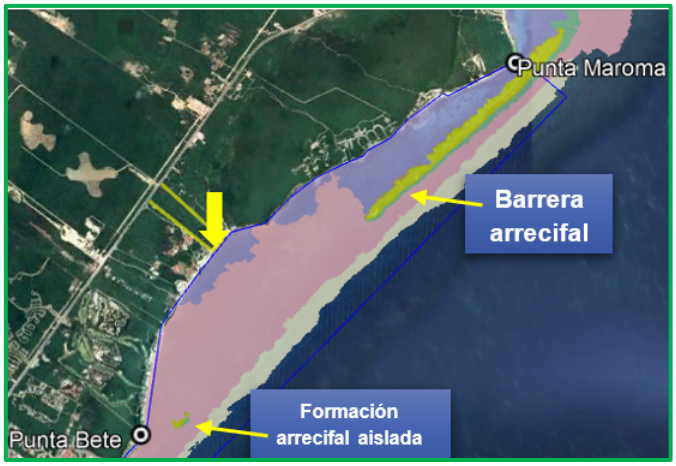
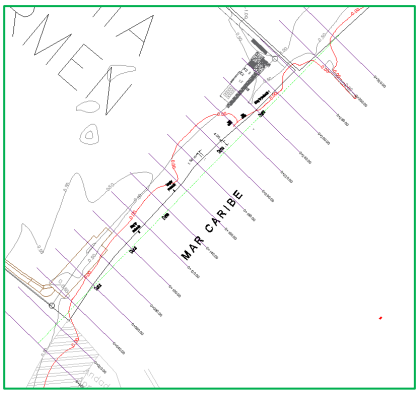


Figura 29. Se observan las zonas con rompientes de arrecifes de coral señaladas con las flechas amarillas, en la imagen inferior con el Relieve Submarino de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018[2].

Se realizó la medición del perfil de playa cada 20 metros el resultado se muestra en el siguiente gráfico, que da una idea de la forma que tiene la playa.



[2] Cerdeira-Estrada, S., L.O. Rosique-De La Cruz, P. Blanchon, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, M.I. Martínez-Clorio, M.I. Cruz-López, R. Ressl, (28/06/2018). 'Relieve Submarino de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018', escala: 1:8000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México.

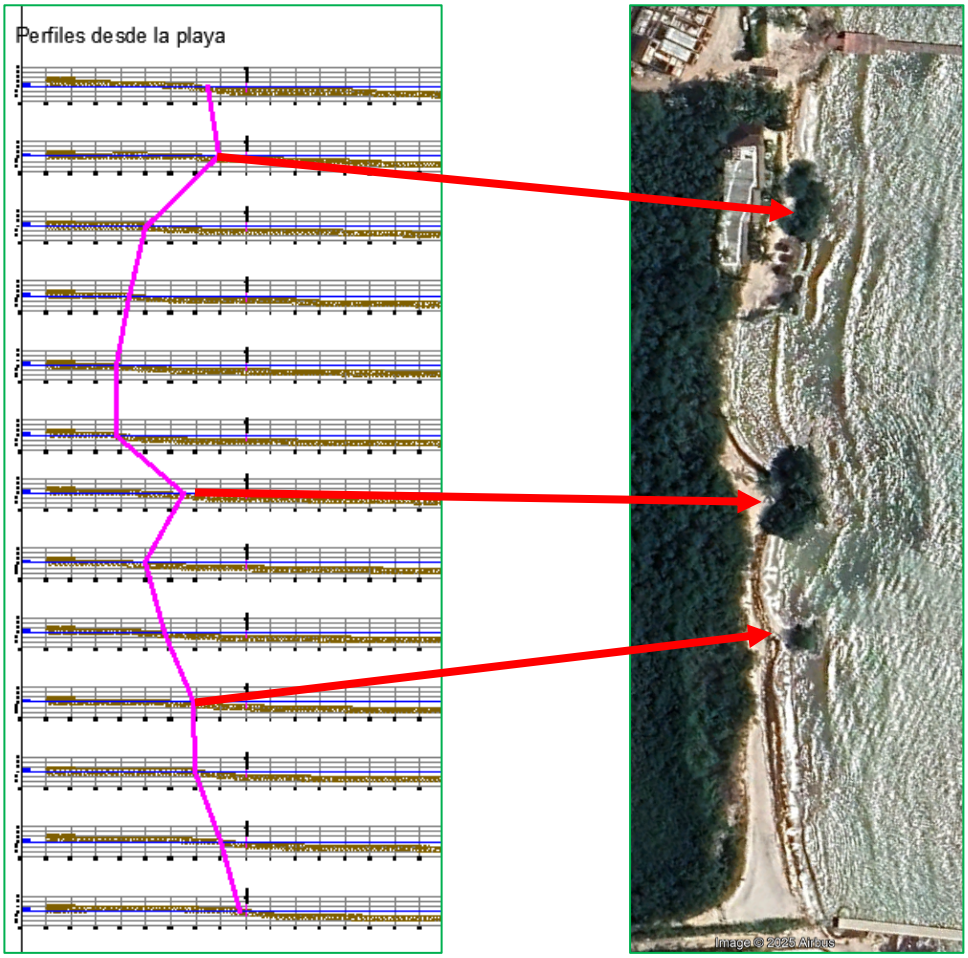


Figura 30. Perfiles de playa actual, ordenadas de norte a sur por lo que la línea rosa genera la forma aproximada de la línea de costa actual.

B) Levantamiento batimétrico.

Para realizar el levantamiento batimétrico, nos auxiliamos de un programa de hidrografía (*Hypack*) cargado en una computadora portátil de uso rudo intemperizada conectada a un GPS Diferencial (Sistema de Posicionamiento Global) y una ecosonda con un sensor introducido de 15 a 25 cm en el agua, la cual emite una onda sonora que rebota en el fondo y recibe como eco (ver siguiente Figura).

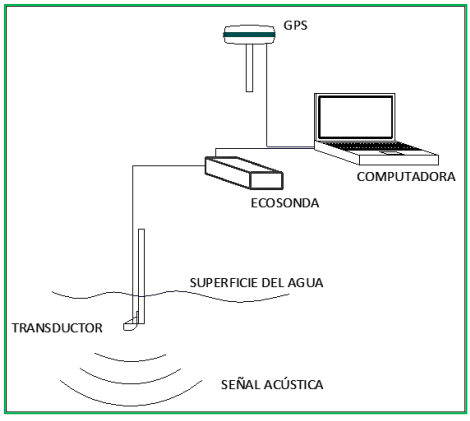


Figura 31. Diagrama de conexiones del equipo para el levantamiento batimétrico.

Todo el equipo se monta en una embarcación de bajo calado capaz de navegar en aguas someras. La ecosonda mide la profundidad en un punto, y el GPS registra las coordenadas de dicho punto, de esta manera mientras la embarcación avanza se toman lecturas continuas de profundidad con sus respectivas coordenadas, generando una base de datos que puede ser interpretada en 2 o 3 dimensiones. La frecuencia de muestreo del software y equipo fue:

Tabla 6. Características de medición según el equipo.

Equipo	Frecuencia de muestreo
Software Hypack	60 Hz
Ecosonda Sonarmite	2 Hz
GPS A100	Variable, de 1 a 10 Hz

La batimetría se complementó con la medición de elevaciones a todo lo largo de la costa de estudio utilizando equipo RTK (Real Time Kinematic o Lectura en Tiempo Real). La información cruda (RAW) dentro del software se acumula cada vez que se encuentra un dato nuevo de cualquiera de los aparatos.

Datos iniciales.

Se carga las cartas marinas disponibles y fotografías satelitales calibradas del sitio, las cuales nos ayudan a ver detalles que puedan ser importantes para la modelación y estos se verifican durante el levantamiento en sitio. Posteriormente se trazan líneas perpendiculares a la costa de acuerdo al plan de trabajo y al detalle requerido. Se identifican las zonas de arrecifes someros para evitarlas durante el levantamiento batimétrico.



Figura 32. Imágenes satelitales calibradas.

Información geodésica.

Se introdujeron los datos del geoide para la zona en estudio en el programa. El **Elipsoide** (Datum) y **Proyección** utilizados son los siguientes:

Tabla 7. Características geodésicas.

Datos del Geoide	
Zona	16 (90W-84W)
Elipsoide	WGS-84
Proyección	Mercator Transversal (UTM)

Mareas.

El comportamiento de la marea es muy importante para el levantamiento, la edición de los datos obtenidos y el procesamiento final de la información de profundidades ya que los datos finales serán referidos a **Nivel Medio del Mar.** Las mareas de cada día de levantamiento se deben tener para realizar la edición de los datos obtenidos en cada sesión de levantamiento; para esto se descargaron las tablas de marea, del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada).

Para adicionar precisión a los datos de marea; durante el levantamiento se sumergió un equipo especializado que contiene la capacidad de determinar las mareas más sujetas a la realidad, dicho elemento se conoce como RBR.

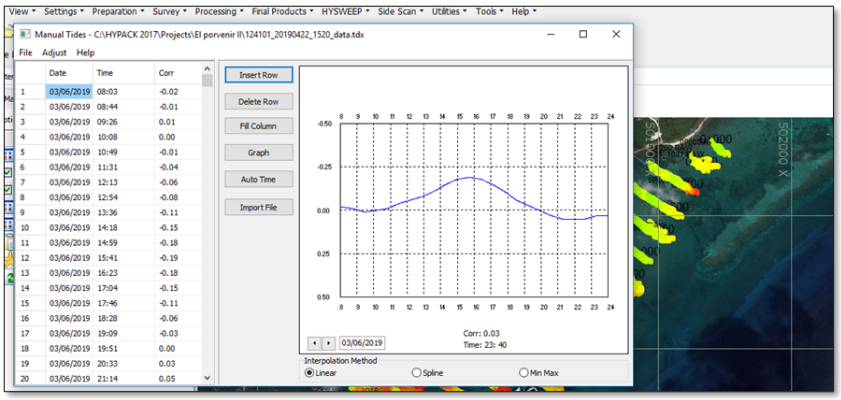


Figura 33. Datos obtenidos con medidor de presión RBR

Líneas auxiliares.

Se realiza el plan de levantamiento con base en los rasgos de interés sobre la imagen satelital, en donde para el levantamiento general se trazaron líneas perpendiculares a la línea de costa con una extensión de 1,500 m en promedio, con una separación entre ellas de 200 m, con lo que se pretende abarcar 6,000 m de frente de costa. Para hacer un levantamiento más detallado de la zona de playa frente a las instalaciones del desarrollo, se trazan líneas perpendiculares con una longitud de 500 m desde la playa y 20 m de separación entre ellas a lo largo de 700 m.

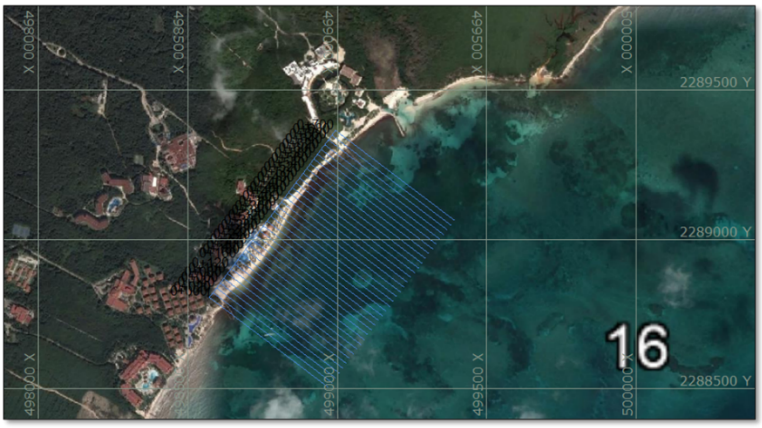


Figura 34. Líneas auxiliares del levantamiento batimétrico.

Levantamiento batimétrico.

Se realiza el plan de levantamiento con base en los rasgos de interés sobre la imagen satelital,

Una vez cargada la información básica en el programa de hidrografía se monta el equipo en la lancha. Utilizando una cinta métrica y con un peso muerto se verifica que la profundidad leída sea la real (procedimiento conocido como “bar check”). A continuación, se inician los recorridos siguiendo las líneas planeadas.

Se realizaron dos tipos de levantamientos:

1. Transectos cada 20 m.
2. Transectos cada 200 m.

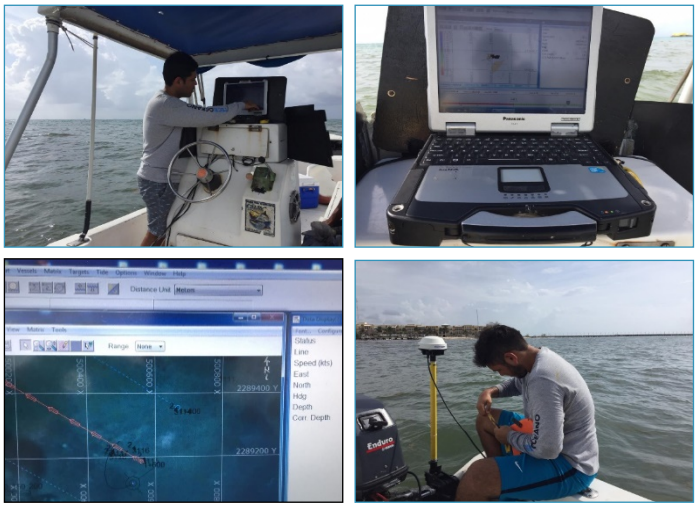


Figura 35. Laptop de uso rudo frente al volante de embarcación (sup. Izq.), Survey para levantamiento cargado (Sup. Der.), Líneas para batimetría general en sitio (Inf. Izq.), Conexión de GPS y Transductor en sitio (Inf. Der.).

El levantamiento se realizó en una embarcación con las características ideales para aproximarse lo más posible a la orilla y tener datos que puedan ser ligados con el levantamiento topográfico en la costa. Es importante seleccionar un día con oleaje bajo para que poder navegar de forma segura



Figura 36. Condiciones climatológicas el día del levantamiento.

Edición general de batimetría.

Después del trabajo en campo se realiza una extensa revisión de los datos y se realizó el proceso que se describe a continuación.

Carga de mareas.

Dentro del programa de hidrografía se crea un archivo de mareas con la fecha del levantamiento, las mareas se obtienen de los datos corregidos al nivel de marea media con los datos del predictor de mareas del Departamento de Oceanografía Física del CICESE y con apoyo del RBR se reafirman las mareas que se hayan considerado para el día de levantamiento.

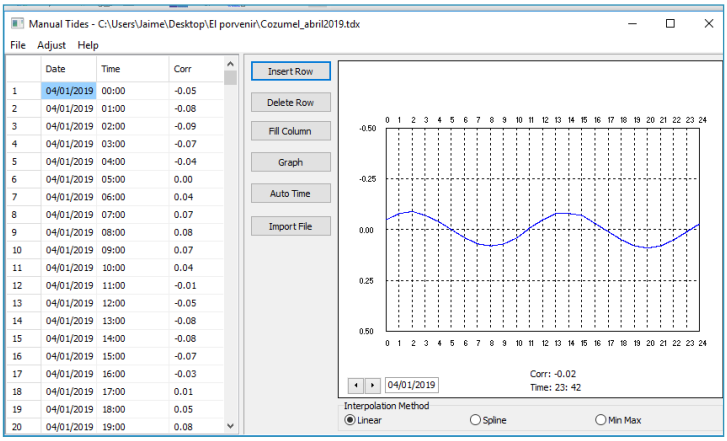


Figura 37. Tabla de mareas obtenida de los datos medidos por el medidor de presión RBR y comparados con las predicciones del CICESE.

El programa compensará la diferencia por mareas y referirá todas las mediciones a nivel de **Marea Media.**

Editor de lecturas individuales.

Al desplegar la información recolectada en campo con la corrección de mareas se pueden visualizar gráfica y numéricamente las profundidades reportadas por la ecosonda, así como el

recorrido de la embarcación en un pequeño plano. La gráfica muestra las planicies, bordes y depresiones en el fondo.

También se observa si la gráfica oscila hacia arriba y hacia abajo en un día de alta marejada lo cual se puede corregir en el editor de señales individuales (Single Beam Editor).

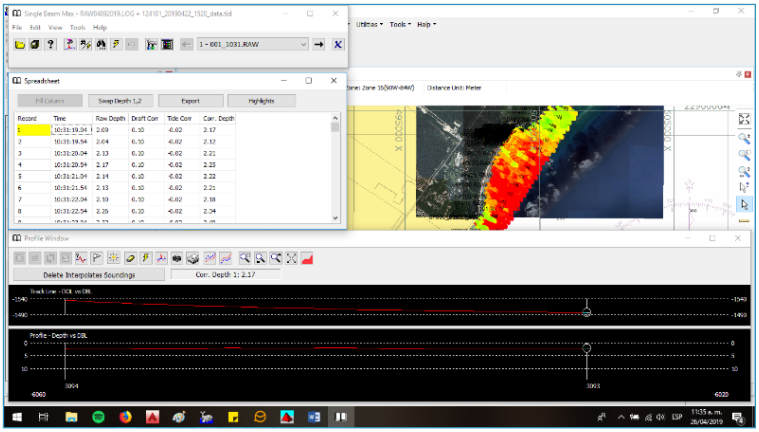


Figura 38. En el editor de lecturas individuales se puede ver la coordenada de cada lectura, los recorridos de la embarcación en planta y en perfil del fondo marino.

Obtención de un sort.

Teniendo el archivo editado de un área se puede obtener el Sort de esta zona, es decir, una depuración de datos. El proceso para obtener el Sort consiste en indicar un radio de análisis al programa, el programa realiza un promedio de las lecturas y le asigna este valor al punto establecido para trazar el radio deseado. El valor del radio se asigna de acuerdo a las condiciones en que se hizo el levantamiento, el tamaño del área de estudio y la experiencia en el manejo del programa. En las imágenes siguientes se puede apreciar el Sort final del área de estudio.

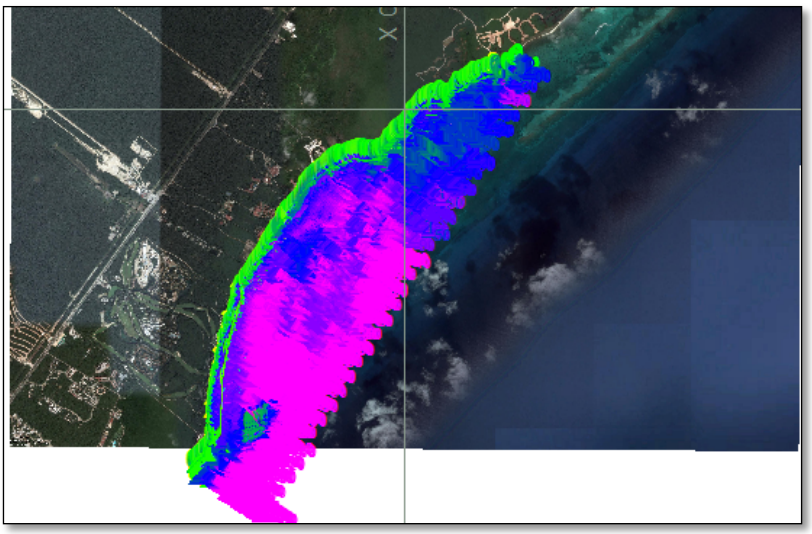


Figura 39. Archivo sort (depurado) sobre la imagen satelital.

Obtención de un modelo 3D.

El archivo Sort se empleará para obtener productos finales como modelos en tercera dimensión, contornos o isobatas con líneas batimétricas que se pueden procesar rápidamente con la computadora y que pueden ser exportados a programas CAD o analizados en la pantalla, con ayuda del zoom y la rotación del modelo.

Es importante hacer la observación de que el programa utiliza los datos del archivo Sort y hace una triangulación donde interpola los datos existentes para obtener las profundidades en los sitios que no fueron cubiertos durante el levantamiento, y así genera una red en tres dimensiones con base en un archivo de tipo XYZ el cual puede proyectarse en 2 o 3 dimensiones.

La imagen en 3D ayuda a verificar la veracidad de los datos obtenidos y detectar formaciones o desniveles importantes; el código de colores ayuda a detectar fácilmente zonas profundas y someras.

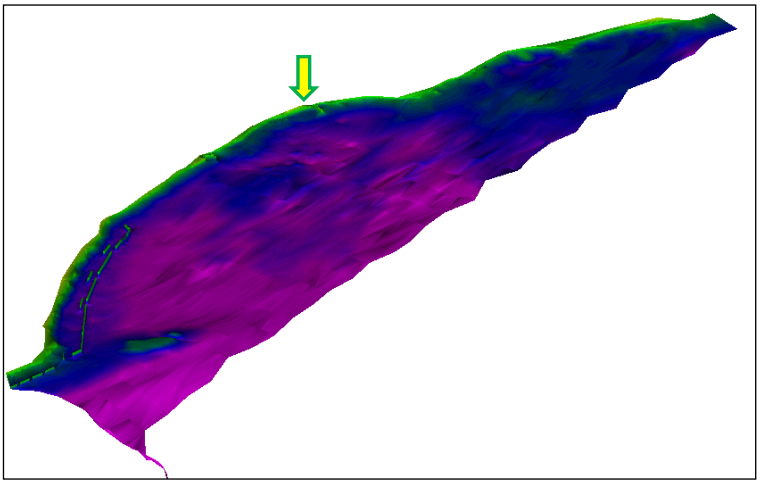


Figura 40. Imagen que muestra la topobatimetría completa de la mesocelda, y la ubicación del área del proyecto.

La imagen en 3D ayuda a verificar la veracidad de los datos obtenidos y detectar formaciones o desniveles importantes; el código de colores ayuda a detectar fácilmente zonas profundas y someras.

Obtención de contornos o isobatas.

Usando el archivo Sort se obtiene un archivo de contornos o isobatas, las cuales son curvas batimétricas que tienen la misma profundidad a todo lo largo y son ampliamente usadas en cartas marinas para navegación, son muy útiles para localizar áreas de desplante y calcular volúmenes de relleno en caso de recuperación de playas o construcciones marinas.

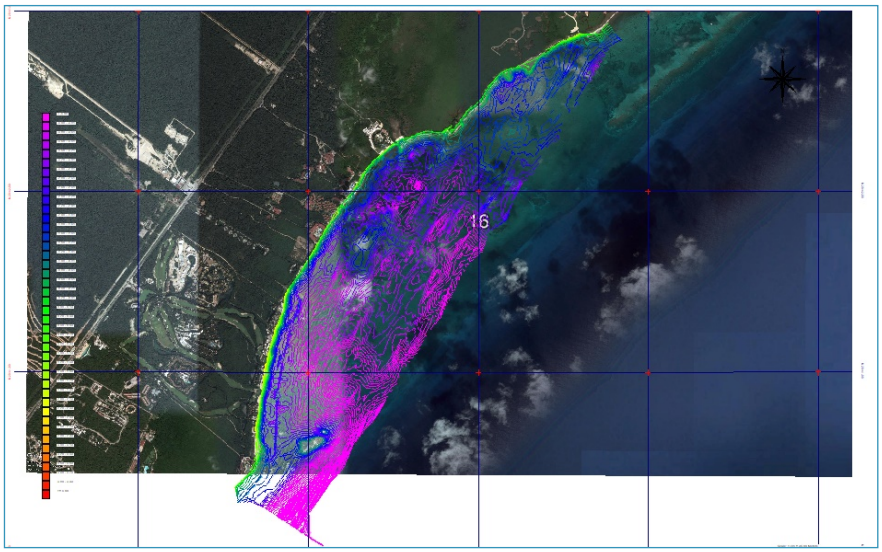


Figura 41. Plano con isobatas en la mesocelda del proyecto.

C) Topografía.

Con el uso de un banco de nivel se configura un sistema RTK que consiste en tener un GPS estático llamado base y un GPS desplazable llamado móvil, este último montado en una baliza extensible para elevar la antena en caso de necesitar que se incremente el nivel de recepción. Cada uno lee información de entre 5 y 18 satélites, se comunica con el otro para corregir la posición y así se obtienen coordenadas con precisiones de +/- 12 mm en horizontal y de 25 mm en vertical.

Banco de nivel.

Para referenciar el levantamiento topográfico se colocó un Banco de Nivel denominado **T-1**, el procedimiento consiste en colocar una antena de GPS de alta precisión en un tripié estático por al menos 3 horas para hacer una recolección de datos, después descargar el archivo generado por la antena, este archivo se procesa para ligarlo a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) de INEGI. La elevación se obtiene con mediciones directas de la superficie del mar a marea alta y baja de ese día.



Figura 42. Mojonera localizada cerca del acceso al predio.

El post-proceso se realizó con el software Magnet tools, se utilizó el Datum WGS 84 y el geoide EGM 96. (Se entregará el reporte de post-proceso)

Tabla 8. Coordenada base y coordenada de control.

Nombre del Banco	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Elevación NMM (m)
T-1	498836.81	2289148.29	1.18

Topografía de playa.

Para obtener la topografía de la playa se realizó un levantamiento con líneas a cada 200 m de separación entre ellas desde la orilla de la costa hasta la vegetación, así como secciones a cada 20 m en frente del predio para la obtención de la topografía detallada que se solicitó, esto para qué tener una precisión aceptable. Para la topografía de la playa se utilizaron los mismos transectos preparados para la batimetría ya que estos datos posteriormente se unirán para así obtener un plano completo del sitio. El primer levantamiento se realizó el mes de abril del 2019 y se realizó otro levantamiento en marzo del 2023, a continuación, se muestra la diferencia de líneas de costa de 2019 a 2023, en la cual se nota un retroceso de línea de costa del año 2019 al año 2023, este retroceso es de 6 m en sólo 4 años.



Figura 43. Imagen comparando las líneas de costa de 2019 y 2023.

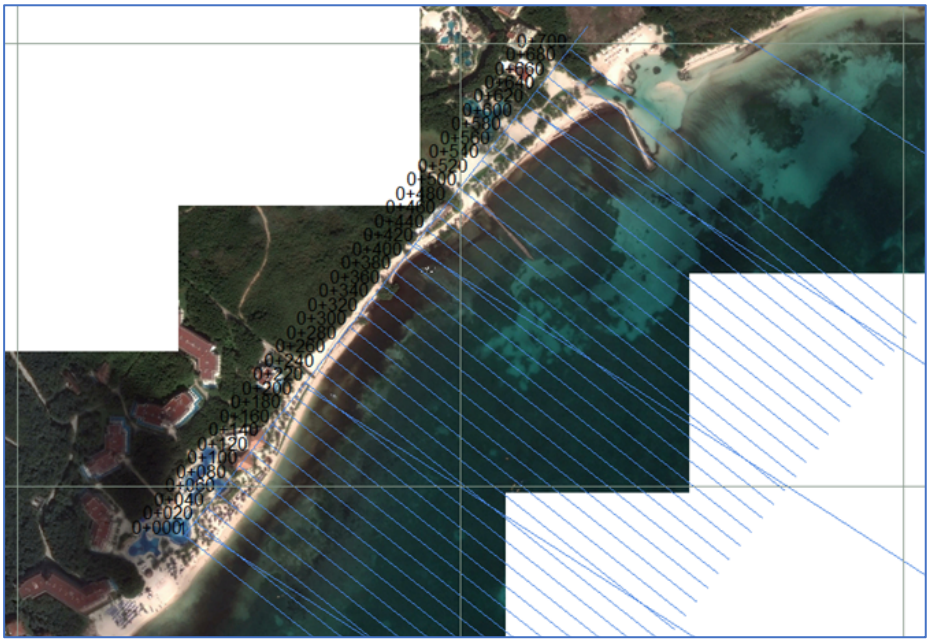


Figura 44. Líneas del levantamiento a detalle en la microcelda.

D) Levantamiento de fotogrametría con dron 2023.

Adicionalmente se realizó un levantamiento fotogramétrico de actualización a marzo del 2023 con un Dron DJO Air 2s para obtener una orto-foto que ayude a visualizar los cambios que ha tenido la costa durante el tiempo. El dispositivo permite tomar fotografías aéreas con un ángulo perpendicular al terreno a una altura de 100 m continuamente, el dispositivo cuenta con un GPS propio que optimiza los trabajos, además de una cámara de 20 megapixeles, sensor 1” CMSOS con un tamaño de pixel de 2.4 µm. Dentro del software del dron se programa la misión en donde el dispositivo sigue las líneas planeadas para el levantamiento del área de estudio.

Una vez obtenidas todas las imágenes se procede con el post proceso de los datos, para este trabajo se utiliza la herramienta Pix4D, que es un programa que mediante procesamiento de imagen calibra cada una de las imágenes generando un mosaico, con sus coordenadas de Latitud, Longitud y Elevación. El objetivo de contar con su información de localización es que el programa cuente con los datos suficientes para georeferenciar la fotogrametría.

El primer paso que realiza consiste en crear una nube de puntos del terreno, el programa toma distintas fotografías de un mismo patrón o punto y las interpola, el proceso se realiza fotografía por fotografía con todos los puntos que localice. Después comienza a realizar un mosaico (Orto-Foto) que ya es la combinación de la nube de puntos para crear la imagen georreferenciada.

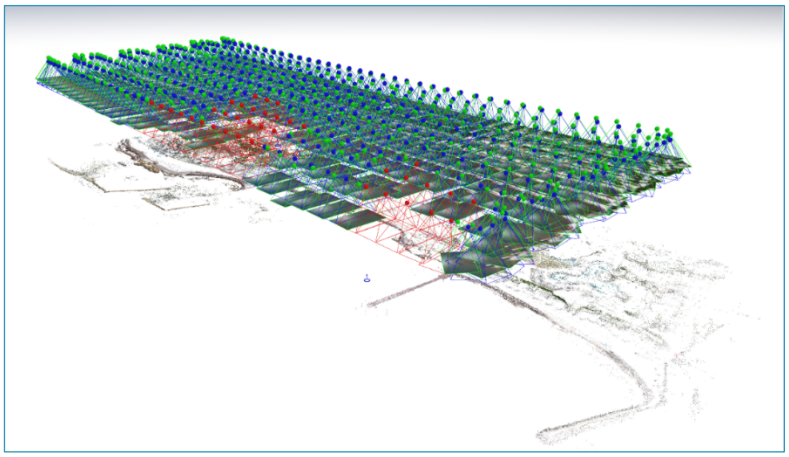


Figura 45. Procesamiento de Fotogrametría de la zona de estudio Marzo del 2023.

Una vez finalizado el procesamiento, se obtiene una imagen en diferentes formatos que se puede utilizar en programas de posicionamiento, hidrografía o tipo CAD, donde claramente se pueden visualizar los rasgos del terreno mejor que en imágenes satelitales de uso libre y con una precisión real para todo tipo de proyectos por la calibración con puntos de control topográficos.

En la siguiente Figura se puede visualizar como el retroceso de costa ha continuado desde 2019, se presenta un comparativo de líneas de costa del 2006 al 2023.

Es importante observar que en el año 2019 no había estructuras en el lado sur de la Playa Bahía del Carmen y en 2023 ya hay unas estructuras en el predio vecino, las cuales visiblemente han afectado la Playa Bahía del Carmen, ya que han bloqueado el transporte de arena, el transporte de arena en esta costa se mueve principalmente de Sur a Norte.

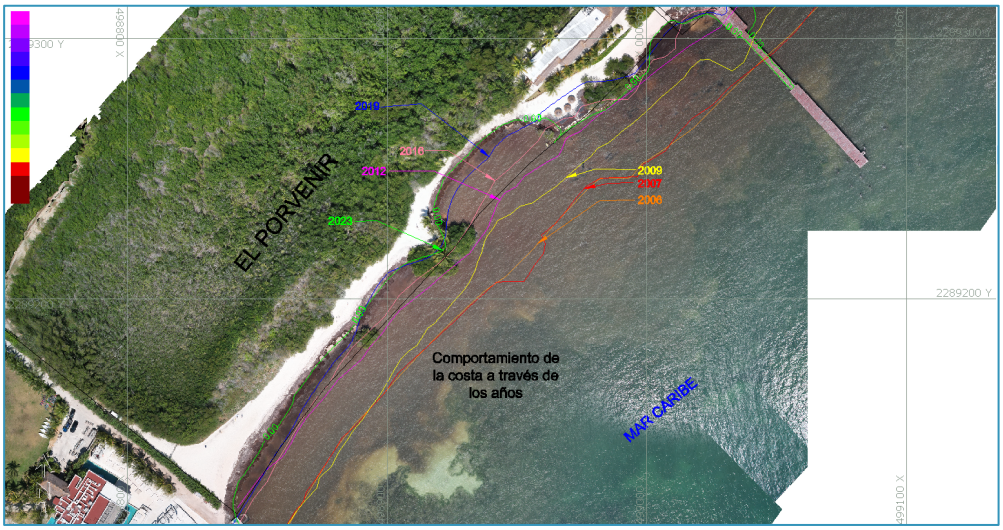


Figura 46. Comparativo de líneas de costa del 2006 al 2023 y fotogrametría actualizada en marzo del 2023.

E) Caracterización de corrientes con ADCP.

El ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) es capaz de medir oleaje y corrientes en toda la columna de agua. Esto lo logra mediante la emisión de señales acústicas que rebotan en las partículas que están suspendidas en la columna de agua. El sistema es capaz de reconocer el tiempo de rebote del tiempo de emisión de la señal, a partir de esto se puede calcular la velocidad de la corriente. Por otro lado el oleaje se mide correlacionando la señal de presión y las velocidades medidas, es decir, puede discriminar que velocidades pueden ser asociadas a las oscilaciones del oleaje y de que dirección proviene del tren de oleaje.

ADCP estático.

Es conocido que la costa este de la Península de Yucatán ha tenido eventos de erosión costera en las últimas dos décadas. Para poder entender la dinámica de sedimento es fundamental estudiar la interacción con las corrientes marinas y el oleaje. Para esto se introdujo un Correntómetro Doppler (ADCP) en el fondo marino. El aparato fue colocado el 7 de mayo del 2019 en la zona marina frente de la Playa Bahía del Carmen en las coordenadas UTM (X=500435, Y=2288057) a una profundidad de 14.5 m durante un ciclo lunar. Este tiempo garantiza tener un ciclo completo de mareas en donde se tienen mareas vivas y muertas. Este tipo de mediciones provee una serie temporal de las condiciones hidrodinámicas en un punto de interés.

La figura siguiente muestra la elevación del nivel del mar y la corriente medida durante 30 días, en donde los colores del gráfico central indican corrientes máximas de 0.5 m/s y colores azules corrientes nulas. Por otro lado, los colores azules del gráfico inferior indican corrientes que van hacia el noreste (NE), de forma dominante, lo cual es totalmente consistente con la corriente del canal de Yucatán, y colores verdes indican corrientes que van hacia el sureste (SW), pero esto sólo ocurre en pequeñísimos lapsos de tiempo que aparecen 3 veces durante el período de medición.

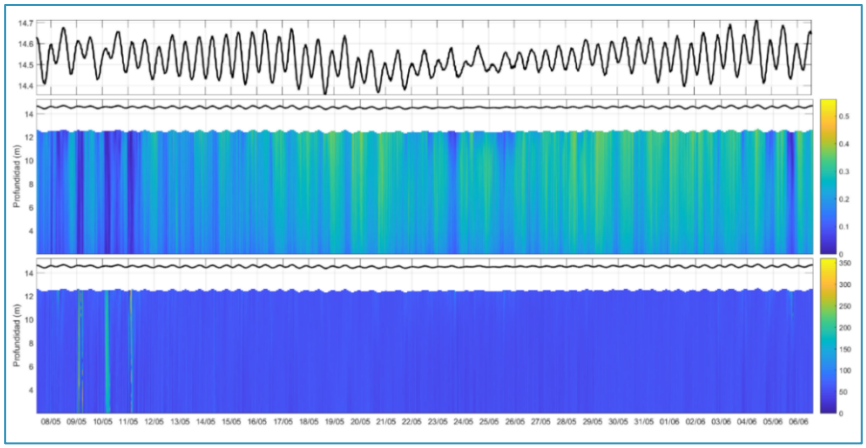


Figura 47. Serie temporal del nivel del mar (superior) y magnitud (central) y dirección (inferior) de la corriente.

Así también, se presenta una rosa de corrientes que establece las direcciones preferenciales de hacia dónde se dirige la corriente y el porcentaje de intensidades para cada dirección (figura post siguiente).

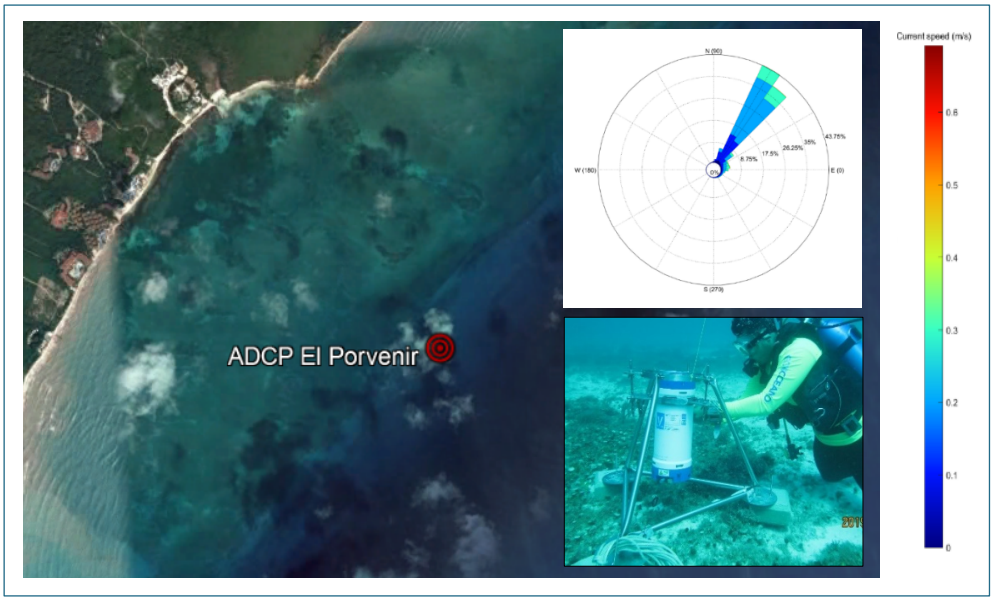


Figura 48. Ubicación del ADCP. Rosa de corrientes medidas (superior derecha) e instalación del Doppler estático en el fondo marino frente de la Playa Bahía del Carmen.

ADCP dinámico.

Además de la ventana temporal que provee la instalación de un ADCP estático, se puede tener conocimiento de cómo varían las corrientes de la zona cercana a la costa hacia afuera. Para esto se monta un ADCP en la embarcación con los sensores hacia abajo y se miden las corrientes de forma dinámica navegando despacio costa afuera (figura siguiente).



Figura 49. Montaje de equipo para medición de corrientes en modo dinámico. Doppler (superior izquierda), gps (superior derecha) y computadora de uso rudo (inferior).

Este tipo de medición provee una “fotografía” de un momento determinado y proporciona una mejor idea de cómo se comporta el sitio. A continuación, se presentan los resultados de las mediciones realizadas el 20 de junio del 2019. El levantamiento se hizo en condiciones de tiempo óptimas.

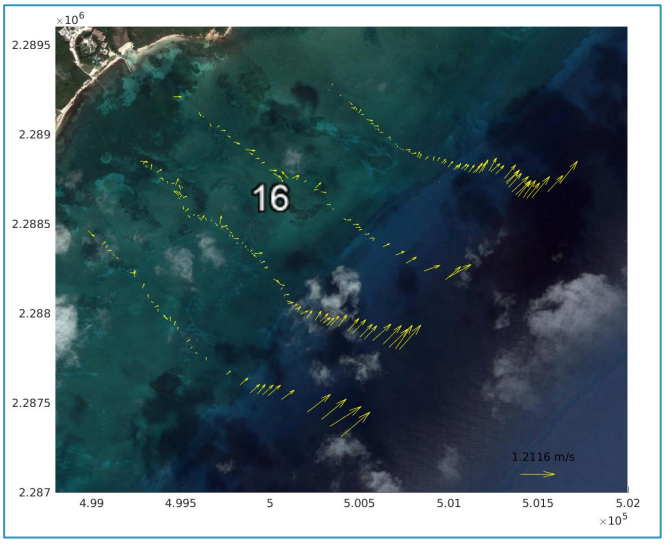


Figura 50. Resultados de la medición de corrientes en modo dinámico. Doppler.

A estas mediciones se les hizo una estadística básica de rosa de corrientes por cada transecto. Estos gráficos representan mejor el comportamiento de la magnitud y dirección de la corriente promediada en la columna de agua sobre los primeros 1.5 km de costa, siendo el primer transecto el que se encuentra más al norte y en último, el transecto más al sur (figura siguiente). Los resultados mostraron que las corrientes van en dirección noreste, especialmente las más fuertes y cercanas al talud continental. Esto es consistente con la circulación de la región debido a la corriente del canal de Yucatán la cual gobierna mucho de los procesos hidrodinámicos en la zona. Sin embargo, hay velocidades dentro de la laguna que no coinciden con la corriente principal, esto puede ser debido a recirculaciones en las partes someras o por efectos de fricción del fondo.

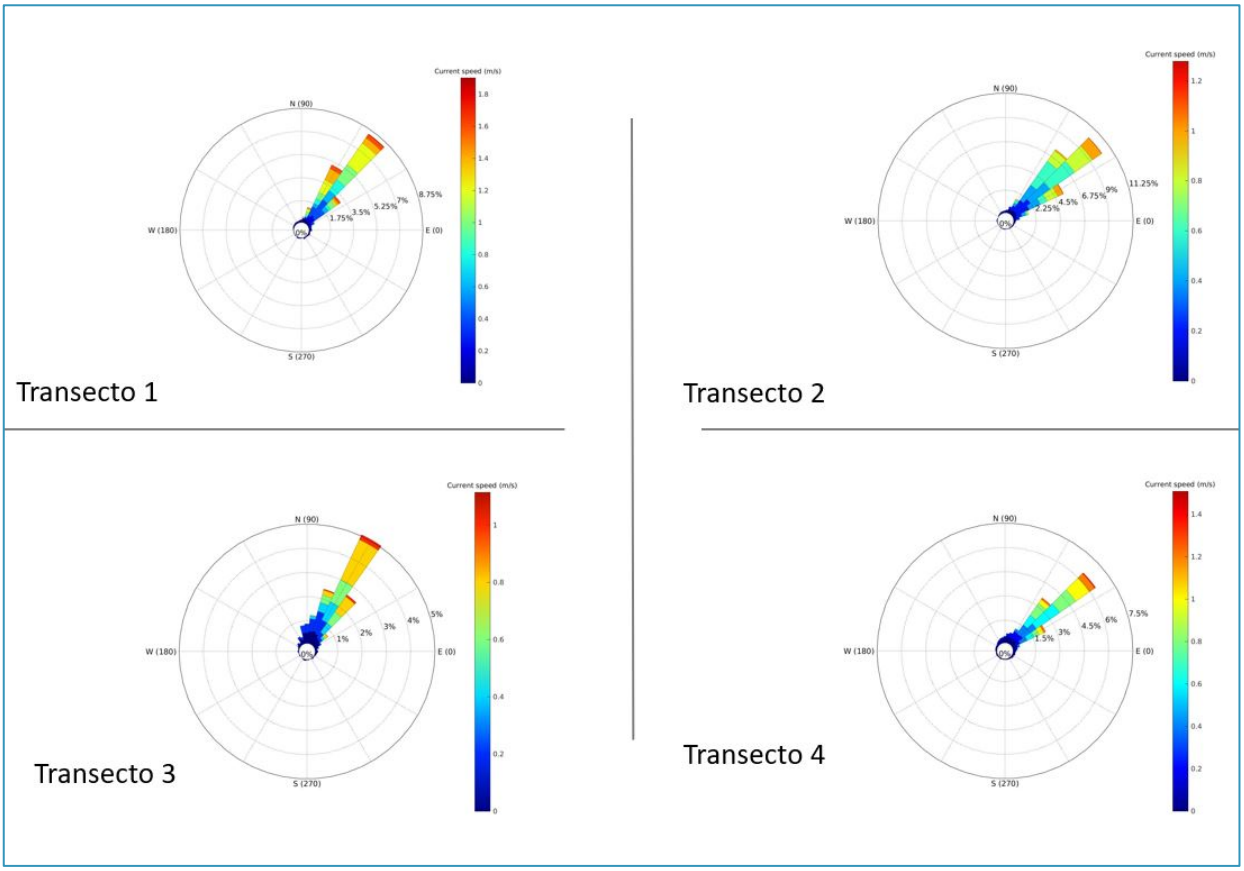


Figura 51. Rosa de oleaje por transecto medido en la Playa Bahía del Carmen.

F) Caracterización de oleaje.

El oleaje es uno de los forzantes que más incide en la dinámica de sedimentos en la costa, medir con precisión para posteriormente poder validar modelos de predicción es fundamental para un buen resultado.

Las mediciones obtenidas con el Doppler estático coinciden con los periodos típicos del Caribe Mexicano, (6s > T > 10s). Las alturas de ola tuvieron un promedio de 0.6 m con un evento de oleaje intenso de 1.2 m. La dirección del oleaje fue principalmente del este-sureste y en algunos eventos esporádicos del noreste. }

G) Caracterización de sedimento de playa.

Para obtener las características físicas del sedimento de la Playa Bahía del Carmen se obtuvieron 2 núcleos en 2 zonas de la playa (zona seca y zona húmeda).



Posteriormente las muestras fueron “lavadas” con el fin de retirar materia orgánica y calcular el tamaño promedio del sedimento en el litoral costero de la Playa Bahía del Carmen.

Tabla 9. Coordenadas de las muestras de sedimento en la Playa Bahía del Carmen.

Muestra	Coordenada X	Coordenada Y
Playa Húmeda	498851.00	2289118.00
Playa Seca	498838.00	2289128.00

Tabla 10. Resumen de las muestras granulométricas del sedimento de la playa seca y húmeda en la Playa Bahía del Carmen.

Muestra	D_{50} (mm)	Cu (mm)	Cc (mm)	SUCS (SP)
Playa Húmeda	0.28	0.27	3.6	ARENA MAL GRADUADA
Playa Seca	0.24	0.36	0.89	

Los resultados mostraron una arena clasificada de tamaño medio (D_{50}=0.26 mm) y de origen calcáreo.

H) Arenal.

Con el fin de conocer la cantidad de arena disponible que se recolocará, se realizó una medición del grosor de la capa de sedimento haciendo uso de un tubo de 2 m de largo y de forma manual y con base en la topografía, se tiene la zona de arenal frente al predio, el cual tiene una profundidad de 1.8 metros aproximadamente, por lo que se calcula que se bombeará únicamente la capa superior de 1 metro.

En esta superficie no se registra crecimiento de pasto, corales, octocorales.

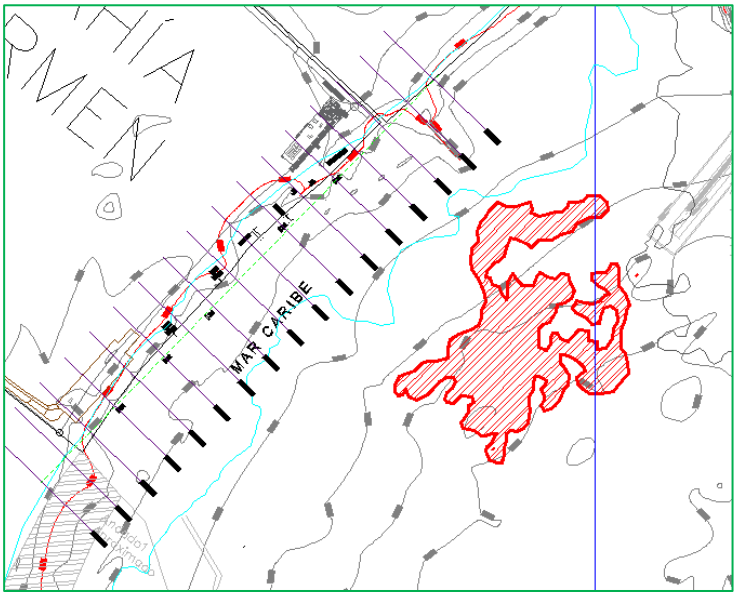




Figura 52. Ubicación del arenal frente al predio.

El arenal tiene una profundidad de más de 1.8 m sin embargo únicamente se extraerá arena a un metro de profundidad, en una superficie

i. Impacto de la extracción del banco de arena

La arena que se pretende verter a la playa es la arena que se encuentra en la zona marina frente al predio, esta arena es la misma que se ha erosionado por ello se menciona como “recolocación”, ya que no se está exportando arena de otro sistema, es de la misma microcelda, no hay peligro de que esto provoque erosión en otra playa o en otra zona del sistema, ya que se trata de arena que se ha acumulado en el sitio y dado que los cambios en el relieve son mínimos, ni las corrientes ni las mareas presentaron modificación alguna.

IV.3.2.1 Observaciones y conclusiones medio abiótico marino

1. Como se puede ver en el plano topobatimétrico la elevación de la playa muy baja, apenas entre 0.5 m y 0.95 m, la pendiente es muy ligera, en la parte húmeda de la playa se tiene una gran parte somera y con talud ligero hasta los 40 m de la costa, después se va ganando profundidad de forma gradual hasta llegar a los 55 m de profundidad, en donde hay una pared y la profundidad se dispara a más de 200 m.
2. La playa está severamente erosionada.
3. Las alturas de ola tuvieron un promedio de 0.6 m con un evento de oleaje intenso de 1.2m., en el sitio donde se colocó en el equipo ADCP.
4. La dirección del oleaje dominante proviene del este-sureste y en algunos eventos esporádicos del noreste.

IV.3.3 MEDIO BIÓTICO TERRESTRE.

A continuación, se describen las características de la flora y fauna del polígono terrestre que se limitó como parte del SA-T y la biota marina.

IV.3.3.1 Vegetación terrestre.

La zona de estudio en la parte terrestre definida para el SA-T como ya se mencionó es la superficie del predio el *Rancho El Provenir* donde está autorizado el proyecto *Bahía del Carmen,* así como la superficie de la playa de la microcelda.

La vegetación terrestre se distribuye en bandas paralelas a la línea de costa, formando tres ecosistemas bien definidos entre sí y sus respectivos ecotonos. Este patrón de vegetación fue reportado para el corredor Cancún - Tulum por González-Romero y López-González, (2000) quienes señalaron la vegetación como manglar, selva baja, selva mediana, patrón predominante y típico de la zona Norte de Quintana Roo.

Los tipos de vegetación que se desarrollan dentro del predio se distribuyen a manera de franjas paralelas a la línea de costa, de ancho y bordes irregulares. En sentido de la playa hacia la carretera federal 307, la primera franja la constituye la vegetación halófila costera, seguida por el manglar de cuenca, posteriormente por la selva baja subperennifolia y por último por la vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subcaducifolia. La distribución de estos tipos de vegetación en el predio se presenta en el Plano:

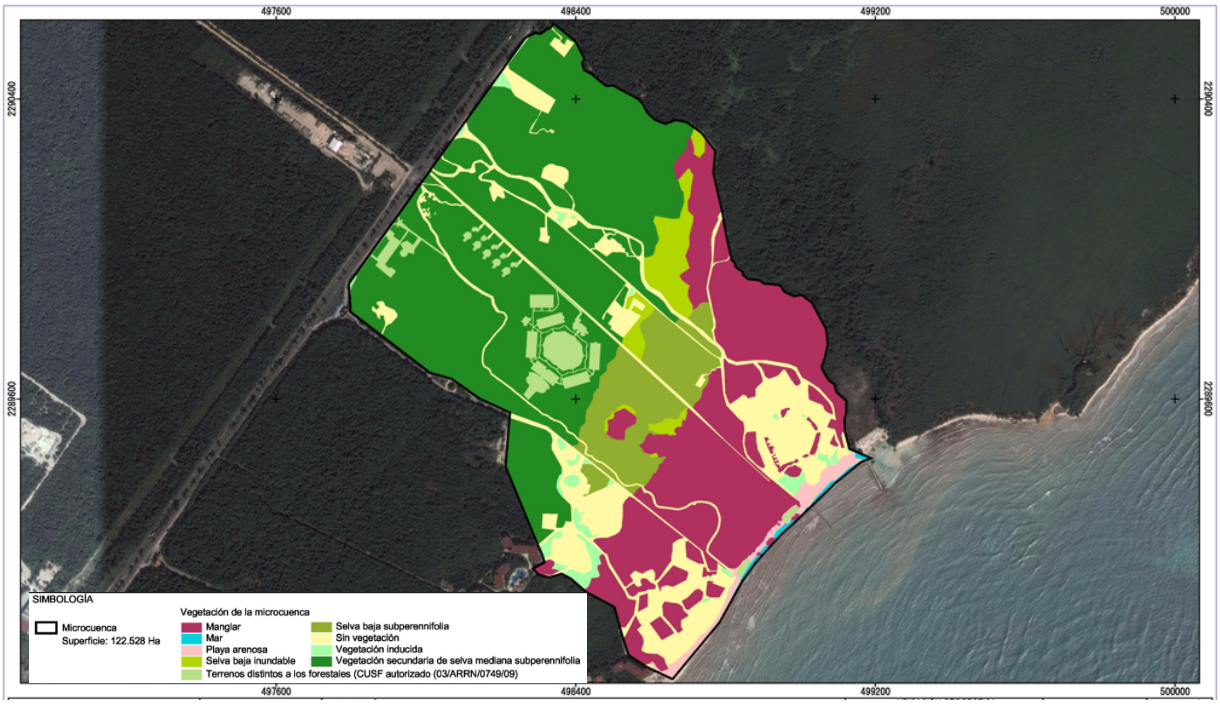


Figura 53. Plano de vegetación del SA-T, se observa la infraestructura hotelera del sitio, la franja de selva baja subperennifolia, la selva mediana subperennifolia y la franja de manglar, la vegetación de duna costera y la playa arenosa.

Entre el manglar y la selva baja subperennifolia existen zonas de mezcla donde es posible encontrar especies características de ambos tipos de vegetación, denominadas ecotonos, en

donde es muy abundante la especie Bravaisia berlanderiana (jurub). La vegetación secundaria arbustiva/herbácea se ubica entre la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia.

Las superficies ocupadas por cada tipo de vegetación dentro polígono del predio son:

Tabla 11. Tipos de vegetación en el SA-T.

Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (%)
Mar	4456.66	0.36
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	515832.62	42.10
Selva baja subperennifolia (selva de transición)	93306.08	7.62
Selva baja inundable	38687.02	3.16
Manglar	301027.29	24.57
Playa arenosa con vegetación halófita costeras	16466.38	1.34
Sin vegetación (infraestructura hotelera)	194885.70	15.91
Terrenos distintos a los forestales	38370.60	3.13
Vegetación inducida	22251.22	1.82
Total, general	**1225283.57**	**100.00**

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos en el predio Bahía del Carmen:

En total se registraron 89 especies de plantas vasculares en el área de estudio, pertenecientes a 44 familias botánicas. La familia mejor representada en el predio fue la Fabaceae con 15 especies, seguida por la Polygonaceae y la Arecaceae con 4 especies cada una.

Tabla 12. Diversidad de especies florísticas en el predio que conforma el SA en la parte terrestre.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Avicennia germinans* (L.) L.	mangle negro
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F. Daniel.	julub
Agavaceae	*Agave* sp.	henequén
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb.	lirio de mar
Anacardiaceae	*Metopium brownei* (Jacq.) Urb.	chechén negro
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	jobillo
Annonaceae	*Annona glabra* L.	corcho
Annonaceae	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou.	elemuy
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold	akits
Arecaceae	*Acoelorraphe wrightii* (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	tasiste
Arecaceae	*Chamaedorea seifrizii* Burret	xiat
Arecaceae	*Sabal yapa* C. Wright. ex Becc.	huano
Arecaceae	*Thrinax radiata* Lodd. Ex Schult. & Schult. f.	chit
Bignonaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	makulix amarillo
Boraginaceae	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.	bohom
Brassicaceae	*Cakile lanceolata* (Willd.) O. Schultz.	cakile
Bromeliaceae	*Tillandsia* sp.	bromelia
Burseraceae	*Bursera simaruba* (L.) Sarg.	chacá

Familia	Nombre científico	Nombre común
Cactaceae	*Acanthocereus tegragonus* (L.) Hummelinck.	tzakam, pitahaya
Cactaceae	*Nopalea* sp.	nopal
Cactaceae	*Selenicereus* sp.	cactus
Combretaceae	*Conocarpus erectus* (L.)	botoncillo
Combretaceae	*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn f.	mangle blanco
Combretaceae	*Terminalia catappa* L.	almendro
Compositae	*Flaveria linearis* Lag.	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.	riñonina
Cyperaceae	*Cladium jamaicense* Crantz	zacate cortadera
Ebenaceae	*Diospyros* sp.	silil
Erythroxilaceae	*Erytrhoxylum confusum* Britton.	toxó
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus* (Pax) I. M. Johnst.	chaya
Euphorbiaceae	*Croton icche* Lundell.	p'e'es k'uuch
Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida* Swartz.	yaite
Fabaceae	*Acacia cornigera* (L.) Willd.	subinche
Fabaceae	*Bauhinia divaricata* L.	pata de vaca
Fabaceae	*Caesalpinia gaumeri* (Britton & Rose) Greenm.	kitamche
Fabaceae	*Chloroleucon manguense* (Jacq.) Britton & Rose	yaxek
Fabaceae	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	tsuctsuc
Fabaceae	*Erythrina standleyana* Krukoff.	chac moolche
Fabaceae	*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steudel.	sakiab
Fabaceae	*Lonchocarpus* sp. 1	cola caballo, palo gusano
Fabaceae	*Lonchocarpus* sp. 2	lonchocarpus
Fabaceae	*Lonchocarpus xuul* Lundell.	xuul
Fabaceae	*Mimosa bahamensis* Benth.	katsin
Fabaceae	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	jabin
Fabaceae	*Senna racemosa* (Mill.) H.S. Irwin & Barneby. var. racemosa	kanlol
Fabaceae	*Swartzia cubensis* (Britton & Wills) Standl. var. cubensis	katalox
Fabaceae	*Thouinia paucidentata* Radlk.	kanchunup
Flacourtiaceae	*Casearia* sp.	huilote,
Gentianaceae	*Eustoma exaltatum* (L.) Salisb.	
Lamiaceae	*Vitex gaumeri* Greenm.	yaxnik
Lauraceae	*Nectandra salicifolia* (Kunth) Ness.	laurelillo,
Malpighiaceae	*Malpighia* sp.	guayacté
Malvaceae	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertner.	ceiba
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia* Lam.	pixoy
Malvaceae	*Hampea trilobata* Standl.	majagua
Meliaceae	*Cedrela odorata* L.	cedro
Metteniusaceae	*Ottoschultzia pallida* Lundell.	hoja dura
Moraceae	*Brosimum alicastrum* Sw. ssp. alicastrum	ramón
Moraceae	*Ficus cotinifolia* Kunth.	higo copó
Moraceae	*Ficus obtusifolia* Kunth.	amatillo
Myrtaceae	*Calyptrantes pallens* Griseb.	chacni
Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) Mc Vaugh.	guayabillo
Myrtaceae	*Pimenta dioica* (L.) Merril.	pimienta
Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose.	despeinada
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides* Donn. Sm.	escobeta

Familia	Nombre científico	Nombre común
Orchidaceae	*Myrmecophyla tibicinis* (Batem.) Rolfe.	orquídea de manglar
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.) E. Greene. var. spicata	pasto salado
Poaceae	*Eleusine* sp.	
Poaceae	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.	carrizo
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	sacboob
Polygonaceae	*Coccoloba* sp.1	boob
Polygonaceae	*Coccoloba* sp.2	
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum* Rolfe.	sisilche
Primulaceae	*Ardisia escallonioides* Schltdl. & Cham.	plomoche
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	helecho de manglar
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle* L.	mangle rojo
Rubiaceae	*Guettarda combsii* Urb.	tastab
Rubiaceae	*Randia aculeata* L.	randia
Rubiaceae	*Randia longiloba* Hemsl.	kaax
Rubiaceae	*Randia* sp.	cruceta
Rutaceae	*Esenbeckia berlandieri* Baill. x Hemsl.	naranjillo
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis* Kunth ssp. *oliviformis*	guaya
Sapindaceae	Sp. 3	
Sapotaceae	*Manilkara zapota* (L.) P. Royen	zapote
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum* (Miller) Pennington.	bumelia
Sapotaceae	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq. ssp. *gaumeri* (Pittier) Pennington.	caracolillo
Solanaceae	*Solanum donianum* Walp.	tomatillo
Typhaceae	*Typha domingensis* Pers.	tule

La vegetación que se describirá es el manglar que es el que será favorecido de forma directa por el proyecto.

A) Manglar

El manglar que se desarrolla en el área de estudio es de tipo cuenca, ya que crece en una depresión del terreno que está flanqueada al noroeste por una zona de mayor altura sobre el nivel del mar, en donde se desarrolla vegetación de selva, y al sureste por la playa arenosa.

El manglar presenta un límite irregular con la selva baja subperennifolia, en donde se forma una mezcla de especies de ambos tipos de vegetación y el estrato arbustivo y herbáceo se encuentra dominado por *B. berlanderiana* (jurub).

El manglar de cuenca ocupa 301,027.29 m^2 que representa el 24.57% del SART se encuentra dominado por la especie *R. mangle*; entre más alejado se esté de la costa, mayor es la altura y el DAP de los ejemplares que lo conforman.



Figura 54. Franja de manglar que se encuentra en riesgo con la perdida de playa. (Imagen georeferenciada de Dron, abril 2023)

En el manglar del predio se registraron en total 11 especies de 9 familias botánicas. La diversidad representada por el índice H para este tipo de vegetación en el área de estudio fue de 0.48, con un valor de J' de 0.79.

Tabla 13. Listado de especies de plantas vasculares registradas en el manglar dentro del SA-T.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Avicennia germinans* (L.) L.	mangle negro
Acanthaceae	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F. Daniel.	julub
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb.	lirio de mar
Arecaceae	*Acoelorraphe wrightii* (Griseb. et H. Wendl.) H. Wendl. ex Becc.	tasiste
Bromeliaceae	*Tillandsia* sp.	bromelia
Combretaceae	*Conocarpus erectus* (L.)	botoncillo
Combretaceae	*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn f.	mangle blanco
Cyperaceae	*Cladium jamaicense* Crantz	zacate cortadera
Orchidaceae	*Myrmecophyla tibicinis* (Batem.) Rolfe.	orquídea de manglar
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	helecho de manglar
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle* L.	mangle rojo

El Valor de Importancia para las especies arbóreas registrada en el manglar dentro del área de estudio colocó a *R. mangle* como la especie dominante, seguida por *L racemosa* y después por *C. erectus*. La especie *A. germinans* fue la menos abundante, tanto que no fue registrada en ninguna de las parcelas de muestreo, pero sí fue observada en el predio.

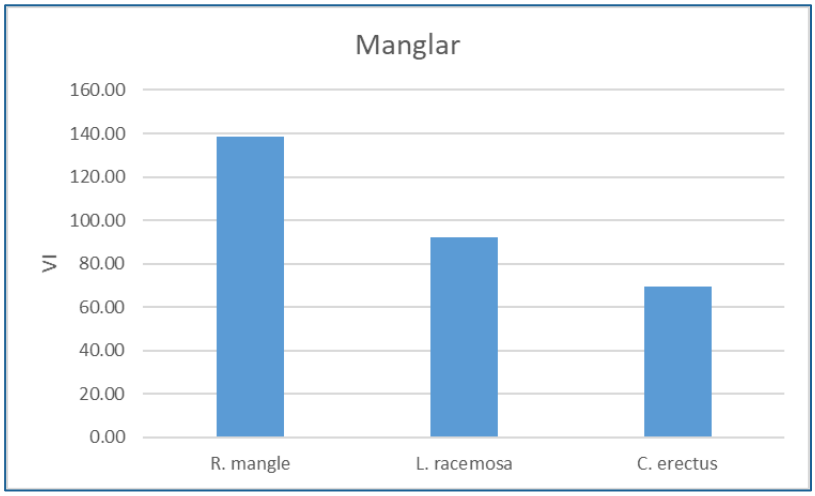


Figura 55. Grafica del valor de importancia para las especies arbóreas registradas en el manglar del área de estudio.

B) Vegetación halófila costera

La vegetación halófila costera ocupa 16466.38m^2 que representa el 1.34% del SART se desarrolla en la playa arenosa. Está conformada por especies de porte herbáceo y rastrero que no superan el metro de altura, aunque la altura promedio es de 45 cm. Estas especies se caracterizan por su gran tolerancia a la insolación, la salinidad y la falta de nutrientes. En el área de estudio forman una franja que crece aledaña a la vegetación de manglar y presenta un ancho promedio de 3 m. En el área donde se encuentra este tipo de vegetación no existe una duna costera, sino que el relieve es sensiblemente plano hasta llegar al mar.



Figura 56. Vegetación halófila costera en la playa del SAR.

En este tipo de vegetación se registraron 10 especies diferentes pertenecientes a 8 familias. Aunque no se registraron en los sitios de muestre también se observa Cocos nucifera,

Tabla 14. Listado de especies de plantas vasculares registradas en la vegetación halófila costera.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb.	lirio de mar
Brassicaceae	*Cakile lanceolata* (Willd.) O. Schultz.	cakile
Compositae	*Flaveria linearis* Lag.	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br.	riñonina
Gentianaceae	*Eustoma exaltatum* (L.) Salisb.	
Poaceae	*Distichlis spicata* (L.) E. Greene. var. spicata	pasto salado
Poaceae	*Eleusine* sp.	
Poaceae	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.	carrizo
Solanaceae	*Solanum donianum* Walp.	tomatillo

IV.3.3.1 Especies de vegetación en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA-T.

Del total de especies registradas en el predio del proyecto, nueve se encuentran enlistadas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010[3] y la modificación del

Tabla 15. Especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el predio del proyecto. A: amenazada; Pr: bajo protección especial.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Acanthaceae	*Avicennia germinans* (L.) L.	mangle negro	A
Anacardiaceae	*Astronium graveolens* Jacq.	jobillo	A
Arecaceae	*Thrinax radiata* Lodd. Ex Schult. & Schult. f.	chit	A
Bignonaceae	*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose	makulix amarillo	A
Combretaceae	*Conocarpus erectus* (L.)	botoncillo	A
Combretaceae	*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn f.	mangle blanco	A
Meliaceae	*Cedrela odorata* L.	cedro	Pr
Nolinaceae	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose.	despeinada	A
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle* L.	mangle rojo	A

IV.3.3.2 Vegetación en el sitio del proyecto.

En la playa donde se recolocará la arena no hay vegetación a excepción de los ejemplares de mangle aislados y 4 palmas de *coco nucifera*.

3 MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-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. (14 de noviembre de 2019 DIARIO OFICIAL)

Perteneciente a este ecosistema, en el SA-T se observan relictos de mangle en la interfase mar-tierra, a los que localmente se denominan mogotes de mangle, y que originalmente se encontraban en la zona seca de la playa, actualmente las raíces de estos individuos aislados se encuentran de forma permanente en la zona marina, debido a la erosión de la playa.

Por el paso de las personas en lo que queda de arena no hay crecimiento de vegetación halófita.

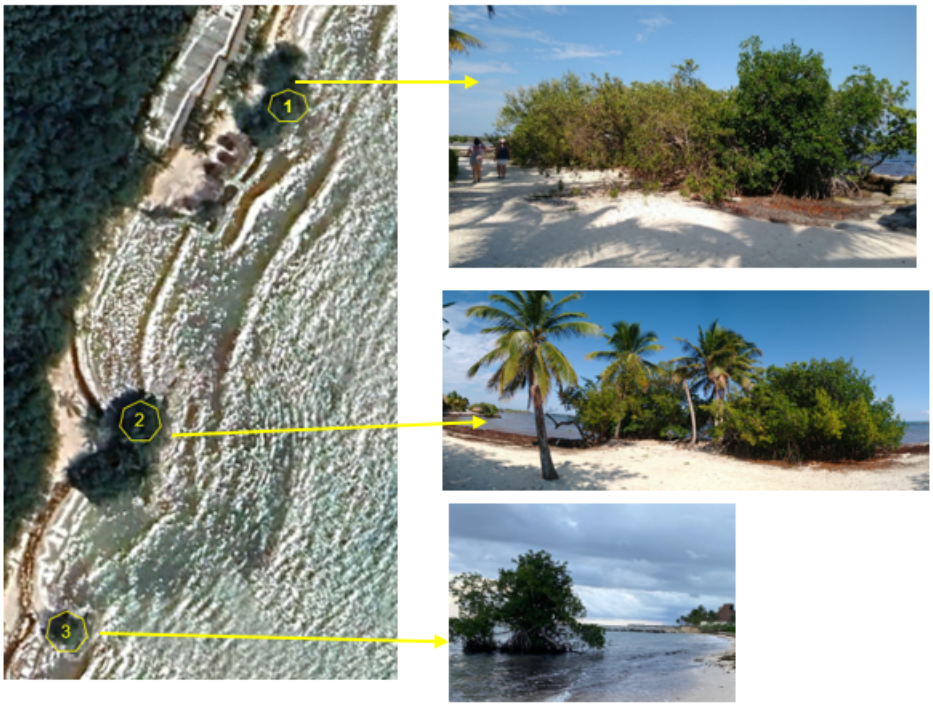


Figura 57. Condiciones de los mogotes del manglar.

IV.3.3.3 Fauna en la franja litoral

En la franja litoral del área de aplicación del proyecto, la fauna es escasa, debido principalmente a que la flora también lo es, en el sitio, el vertebrado corresponde a los siguientes:

- ✓ Mamíferos; Se resumen a pequeños y medianos mamíferos, habiéndose encontrado rastros de las siguientes tres especies de este grupo; ardilla (*Sciurus yucatanensis*), mapache (*Procyon lotor*), coatí (*Nasua narica*)*, todos estos solo van de paso por el área y pueden encontrar mejor refugio en el área de manglar.*
- ✓ Reptiles. - Para este grupo únicamente se registraron dos especies en la barra arenosa; la lagartija (*Anolis rodriguezii*), iguana rayada (Ctenosaura similis)
- ✓ Aves. - Este grupo fue el que más registros tuvo con 12 especies, pertenecientes a 12 familias. La mayoría de las especies observadas son especies características de zonas con cierto grado de perturbación como el zanate (*Quiscalus mexicanus*), que es frecuente su observación. se registraron dos especies migratorias: *Dendroica petechia aestiva* (chipe amarillo) y *Parula americana* (parula norteña).

5

Familia	Especie	Nombre común
Cardinalidae	Passerina cyanea	Colorín azul
Cathartidae	Cathartes aura	Zopilote aura
Columbidae	Columbina talpacoti	Tórtola rojiza
Iceridae	Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano
Laridae	Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora
Mimidae	Mimus polyglottos	Cenzontle norteño
Parulidae	Dendroica petechia	Chipe amarillo
Parulidae	Parula americana	Parula norteña
Pelecanidae	Pelecanus occidentalis	Pelícano café
Phalacrocoracidae	Phalacrocorax auritus	Cormoran olivaceo
Picidae	Melanerpes auriforns	Carpintero chejé
Trochiilidae	Amazilia rutila	Colibrí canela
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano tropical
	Zenaida asiatica	Paloma alas blancas

El grupo más abundante fue el de las aves. En general el hábitat se observa afectado y las especies de fauna presentes en el sitio corresponden a especies que se adaptan a la perturbación o que solo van de paso.

IV.3.3.1 Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el litoral únicamente se registró la presencia de la iguana rayada *Ctenosaura similis*, en categoría de amenazada, si bien esta especie es de rápida movilidad, se tendrá cuidado en realizar recorridos durante los trabajos de recolocación de arena en la playa para evitar que sea dañada. Se registro en el SA pero no en la playa donde se realizarán actividades.

IV.3.4 Medio biótico marino.

La definición de ambientes fue la acción inicial para la caracterización, que consiste en reconocer mediante la bibliografía, cartografía e interpretación de imágenes aéreas la distribución de ambientes que se encuentran en el área georreferenciada del SA-M, esto se logró mediante; el análisis de fotografías aéreas y mediante el mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano que publicó la CONABIO en el 2017 que contempla desde la línea de costa hasta los 20 m de profundidad mediante la clasificación e interpretación de imágenes satelitales World View-2 e información colectada *in situ*.. (CONABIO, 2017) en esta publicación se reconocen nueve paisajes o condiciones del paisaje arrecifal en la región

Con esta información de base se realizó una prospección subacuática para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente.

Para ello se llevaron a cabo prospecciones en diversos puntos para reconocer el patrón de zonación general y definir los límites entre subzonas; y posteriormente se realizaron muestreos en sitios puntuales en toda el área de estudio, en donde se registró información como la profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante, así como un levantamiento del listado de especies de los principales grupos taxonómicos con su referencia geográfica, con ello se realizó una definición de los ambientes presentes en el SA-M, y se establecieron los límites

de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar.

Mediante este plano y una prospección subacuática, en puntos referenciados geográficamente. en el SA, se reconocieron 3 zonas, su patrón y los límites entre subzonas: los cual está relacionadas con la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, *et al*, 1993a y Padilla, *et al*., 1994).

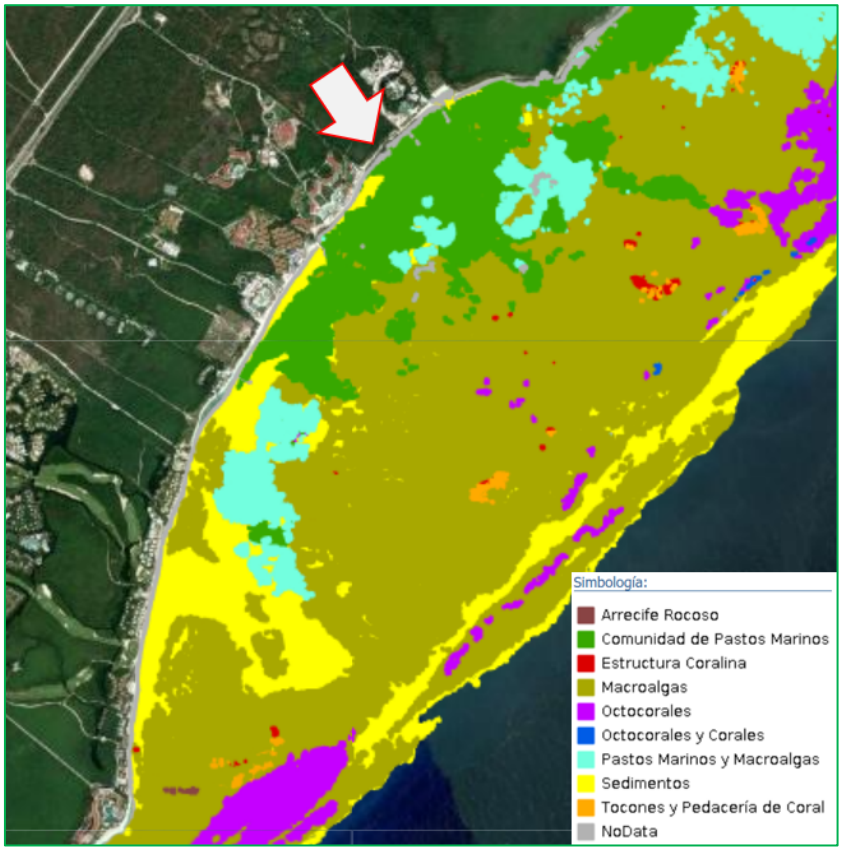


Figura 58 Mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino CONABIO.[4]

Las categorías que se utilizaron en el mapa de ambientes del presente estudio son diferentes a las que reconoce CONABIO (Cerdeira-Estrada, 2018), toda vez que se consideró que la nomenclatura y la distribución de los mismos no siempre correspondían a la zonación arrecifal y a las observaciones de campo, lo cual es natural debido a las escalas que se manejan y en este caso a los muestreos en sitio.

Siendo así, en el presente estudio se definieron las categorías de tipo de ambiente, considerando en primer lugar el tipo de sustrato, identificando claramente aquellos que están formados por sustrato rocoso (laja con macroalgas, laja con gorgonaceos y pedacería de rocas calcáreas), de aquellos que presentan una estructura coralina (cresta arrecifal), de los sustratos arenosos (arenal somero y canal de arena) y los que presentan pastos marinos (pradera de pastos marinos). En esta categoría resulta evidente que algunos tipos de sustratos se presentan

[4] (Cerdeira-Estrada, 2018. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/coberturagw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no).

variaciones en cuanto a la comunidad bentónica dominante, por lo que se consideran ambientes diferentes, dando en total los siguientes 7 tipos de ambientes

1. Arenal somero
2. Pedacería de rocas calcáreas
3. Pradera de pastos marinos (
4. Cresta arrecifal
5. Laja con macroalgas
6. Laja con gorgonaceos
7. Canal de arena

El muestreo de la comunidad biológica se llevó a cabo de manera más detallada e intensiva en la microcelda.

Se obtuvo información en campo para llevar a cabo un análisis de la comunidad de organismos arrecifales a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de los principales grupos taxonómicos:

- ESCLERACTINIOS (Corales duros)
- GORGONÁCEOS (Corales blandos)
- ICTIOFAUNA (Peces arrecifales)
- VEGETACIÓN MARINA (Macroalgas y pastos marinos)
- INVERTEBRADOS

IV.3.4.1 Metodología

Para la caracterización general del SA-M, se utilizó el método de muestreo conocido como estratificado que consiste en identificar unidades discretas dentro del paisaje y dentro de ellas establecer al menos un punto de caracterización, para asegurar que todas la unidades de paisaje, que en este caso se designaron como tipos de ambiente, fueran muestreadas. Así se, designaron 10 sitios de muestreo dentro de la microcelda (Figura 59) y de los cuales se relacionan sus coordenadas geográficas con el tipo de ambiente y abreviatura en la Tabla 16.

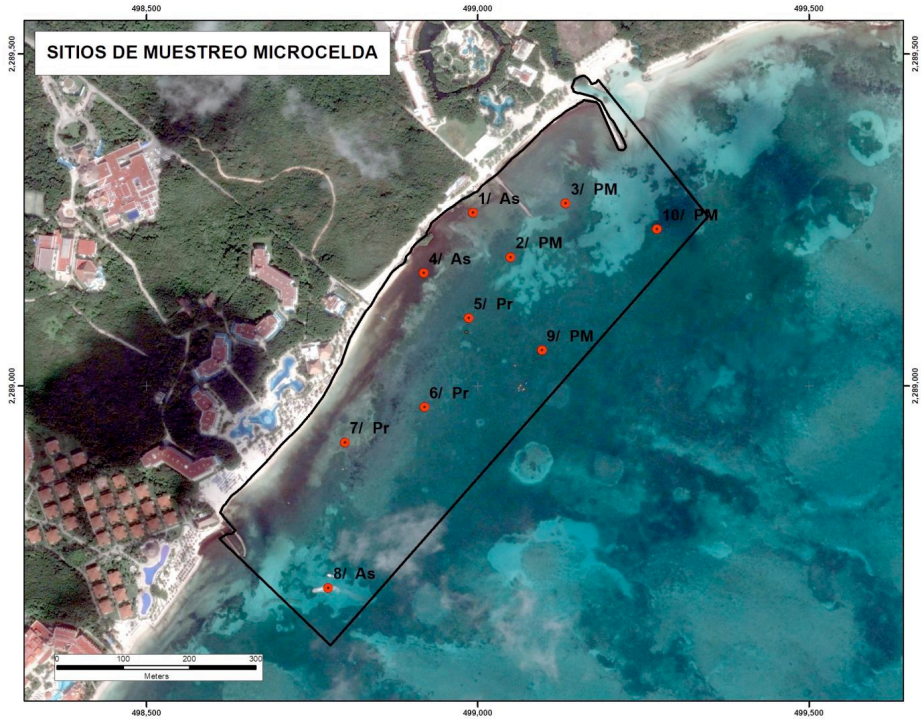


Figura 59 Sitios de muestreo dentro de la microcelda para la caracterización marina los sitios de muestreo diseñados para la microcelda se denotan con números

De los 7 ambientes en la macrocelda, en la microcelda se encontraron 3 en la microcelda, en este último se identificó al ambiente denominado Pedacería de Rocas calcáreas.

Tabla 16 Coordenadas de los sitios de muestreo repartidos en los 3 tipos de ambiente presentes en la microcelda.

Área de muestreo	Tipo de ambiente	Abreviatura	Sitio de muestreo	X	Y
Microcelda	Arenal somero	As	1	498993	2289261
		As	4	498919	2289170
		As	8	498775	2288696
	Pedacería de Rocas calcáreas	Pr	5	498987	2289102
		Pr	6	498920	2288968
		Pr	7	498800	2288915
	Pradera de Pastos marinos	PM	2	499050	2289194
		PM	3	499133	2289275
		PM	9	499097	2289054
		PM	10	499271	2289236



Figura 60. Caracterización en el sitio específico del arenal, A) videotransectos para corales duros y blandos, b) vegetación sumergida, c) ictiofauna.

El muestreo se llevó a cabo siguiendo los métodos convencionales con los que se han caracterizado los arrecifes del Caribe Mexicano (Gutiérrez, *et al*., 1993b, 1995; Lara, *et al*, 1994a, 1994b, Padilla, *et al*, 1994), empleando transectos de cadena de 20 m de longitud (*sensu* Loya, 1972), como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales.

Para los escleractinios el transecto sirvió para contar el número de eslabones de la cadena que abarcaba cada colonia. Para los gorgonáceos, los peces y los invertebrados, el transecto se usó como referencia para contar el número de organismos presentes a 1 m de distancia del mismo; considerando además la columna de agua en el caso de los peces. Para la vegetación marina (algas y pastos) el transecto fue la referencia para colocar cuadrantes de 625 cm2 a cada 5 metros sobre el transecto, para estimar el número de cuadros de 5x5 cm que ocupa cada especie (Figura 61).

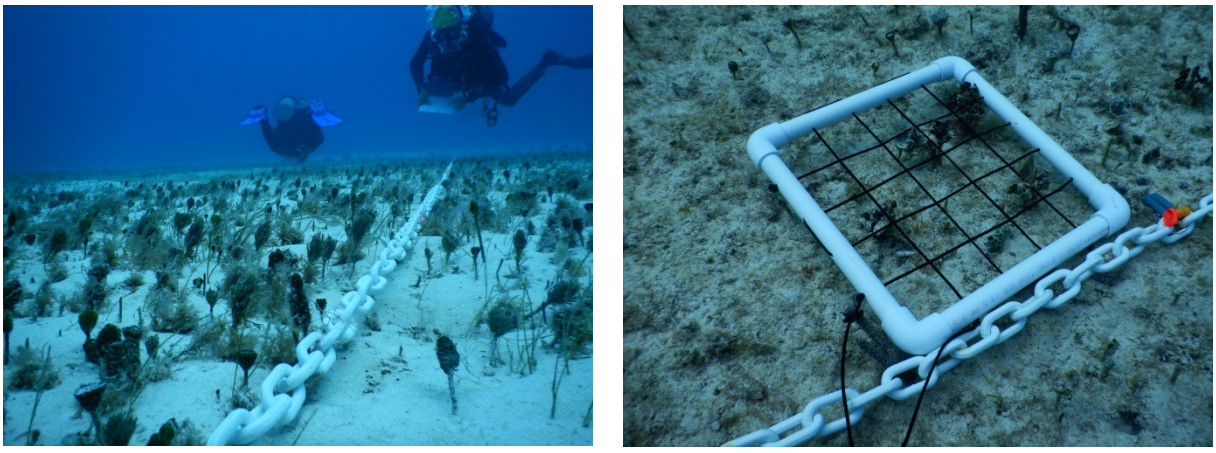


Figura 61 . Muestreo mediante el uso de cuadrantes y transectos.

La identidad taxonómica de los organismos registrados durante el muestreo se determinó *in situ*. Para los escleractinios se utilizaron las claves y guías de campo Smith 1972), Greenberg y Greenberg (1977), Castañares Soto (1982), Zlatarsky y Martínez 1982), Colin (1988) y Humann (1993a). Para gorgonáceos las claves de Cairns (1977), Bayer (1961), Bayer, et al. (1983) y Humman (1993a). Para algas se usó la clave visual de Littler et al. (1989) y la de Humman (1993a). Para peces se emplearon las claves de Chaplin (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Stokes (1984).

Adicionalmente se hicieron mediciones para estimar el tamaño de los organismos y se hicieron anotaciones con respecto a la condición que guardan para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como de la morfología de las colonias. Para llevar a cabo este registro se definieron categorías, de acuerdo con el taxón, según como se describe más adelante. Con la información recabada se estimaron 6 parámetros básicos de la comunidad de organismos arrecifales para evaluar la condición actual en que se encuentran y emitir un diagnóstico ambiental del sitio de estudio, tal como se muestra en la Tabla 17 y posteriormente, se explica cada uno de ellos:

Metodología de análisis

De los resultados de los muestreos se realizaron los siguientes análisis:

Tabla 17. Parámetros medidos por cada Taxa

PARÁMETRO	TAXA	REGISTRO
Abundancia	Escleractinios	cobertura (porcentaje de tejido vivo)
	Algas	cobertura (porcentaje de tejido vivo)
	Gorgonáceos	densidad (número de colonias/individuos)
	Peces	densidad (número de colonias/individuos)
Diversidad:	Escleractinios	Con la abundancia se calculó Riqueza específica e índice de diversidad de Shannon Wiener (H'); Equitabilidad (J'), Y heterogeneidad
	Algas	
	Gorgonáceos	
	Peces	
Estructura de tallas:	Escleractinios	tamaño de las colonias
	Gorgonáceos	
	Peces	Talla
Condiciones del organismo	Escleractinios	categorías de daño
	Gorgonáceos	
Grupos funcionales:	Algas	tipo de pigmento fotosintético
	Peces	tipo de alimentación

A) Abundancia:

Se obtuvo una estimación de abundancia para todos los grupos taxonómicos de organismos arrecifales considerados en el estudio. En el caso de los escleractinios y las algas se hizo una estimación de la cobertura de cada uno de estos taxa, expresada como el porcentaje de tejido vivo que cada uno ocupó en el transecto. En el caso de los gorgonáceos y los peces arrecifales se hizo una estimación de densidad con base en el número de colonias/individuos que se encontraron por metro cuadrado de área de muestreo. También se incluye un listado de especies por grupo taxonómico con un estimador de abundancia relativa por especie para cada una de las zonas de muestreo. Cabe mencionar que los listados de especies no incluyen los nombres comunes de las especies, porque la mayoría no lo tiene definido. Este estimador de abundancia relativa se presenta en categorías, de acuerdo a lo descrito en la Tabla 18.

Tabla 18. Categorías de abundancia relativa y definición de su rango.

CATEGORÍA	ABREVIACIÓN	RANGO DE ABUNDANCIA RELATIVA
Dominante	D	> 20 %
Abundante	A	10 – 20 %
Común	C	5 – 10 %
Escaso	E	1 – 5 %
Raro	R	< 1 %

B) Diversidad:

A partir de los datos de abundancia específica se obtuvieron dos estimadores de la diversidad por taxón para cada una de las subzonas de muestreo: Riqueza específica e índice de diversidad de Shannon Wiener (H'); y una medida de la heterogeneidad a través del valor de Equitabilidad (J'), de acuerdo a las fórmulas y procedimientos descritos en Begon, *et al*., 1990.

C) Estructura de tallas:

El tamaño de las colonias se registró para los escleractinios, los gorgonáceos y los peces arrecifales con la intención de conocer la estructura de tallas de cada uno de estos taxa. Para ello, se utilizaron diferentes parámetros para estimar la talla; en el caso de los escleractinios se consideró el diámetro mayor de cada colonia, para los gorgonáceos se midió la altura máxima de cada colonia, y para los peces se estimó la longitud total del cuerpo. El tamaño de los organismos se registró en clases de tamaño, para lo cual se definen las categorías de talla para cada taxón que se muestra en la Tabla 19. El análisis se presenta como un histograma de frecuencias por taxón y por subzona.

Tabla 19. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos y peces.

Clase de talla	ESCLERACTINIOS	GORGONÁCEOS	PECES
I	<5 cm	juvenil	<5cm
II	5-10 cm	adulto	5-10 cm
III	10-20 cm	recluta	10-20 cm
IV	20-40 cm		20-30 cm
V	>40 cm		>30 cm

D) Condiciones del organismo:

Esta evaluación se hizo de manera cualitativa en los escleractinios y en los gorgonáceos por ser los organismos más importantes en cuanto a su papel ecológico y abundancia, a través del registro del tipo de daño que pudieran presentar sus colonias. Para ello se consideraron diferentes categorías de daño dependiendo del taxón, según se explica en la Tabla 20. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por subzona.

Tabla 20. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonáceos.

Categoría	Condición del organismo	Categoría	Condición del organismo
Sana	Sin tejido dañado	Sana	Sin tejido dañado
Daño	Tejido dañado por sedimento blanqueamiento o enfermedad	Daño	Tejido con algún tipo de daño o enfermedad

E) Grupos funcionales:

Se realizó un análisis de la distribución de frecuencias por taxa de acuerdo a los grupos tróficos para los peces arrecifales y para la vegetación marina se realizó un análisis de grupos funcionales de acuerdo al *phylum* al que pertenecen y el tipo de pigmento fotosintético presente en las algas. Las categorías se presentan en la Tabla 21 El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de grupos funcionales por subzona.

Tabla 21. Categorías de grupos funcionales para peces arrecifales y para la vegetación marina.

PECES ARRECIFALES		VEGETACIÓN MARINA	
Categoría	Grupo trófico	Categoría	Grupo taxonómico
Bento	Bentófago	Vcar	Clorofitas (verde) carnosas
Herbi	Herbívoro	Vcal	Clorofitas (verde) calcáreas
Omni	Omnívoro	Rcar	Rodofitas (roja) carnosa
		Rcal	Rodofitas (roja) calcáreas
		Café	Feofitas
		Pasto	Pastos marinos
		Cian	Cianofita

Las categorías tróficas para agrupar a los peces arrecifales de acuerdo a sus hábitos alimenticios se definen de la siguiente manera:

- **Bentófago**: Se alimenta de cangrejos, camarones, anélidos, gasterópodos, estomatópodos, peces.
- **Herbívoro**: Dieta a base de algas y pastos marinos.
- **Omnívoro**: Consumen algas, anélidos, peces, copépodos, gasterópodos, antozoos, tunicados, cangrejos, esponjas, equinodermos.
-

IV.3.4.2 Resultados

A) Descripción del área de estudio:

En el área de estudio llamada mesocelda se reconocieron 7 tipos de ambientes:

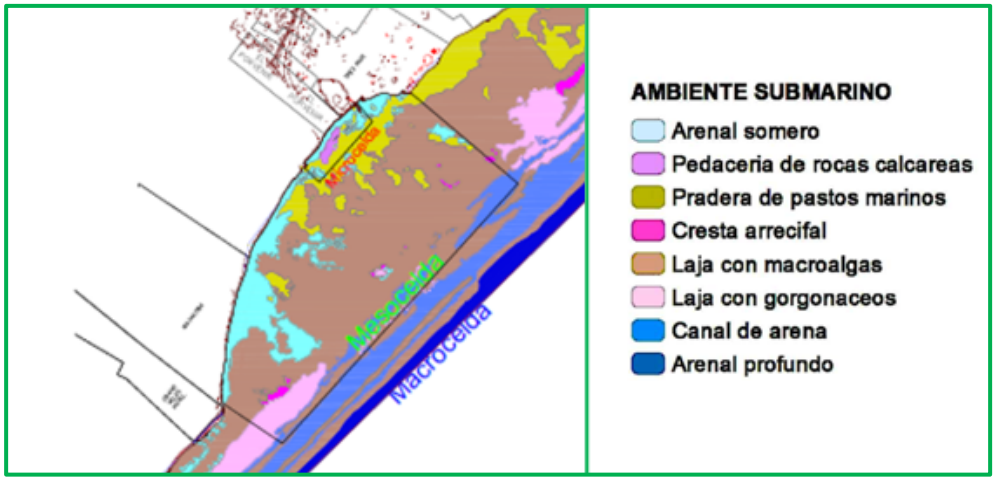


Figura 62. Ambientes en la mesocelda.

En la microcelda se registra la presencia de 3 tipos de ambientes:

- Arenal somero
- Pedacearía de roca calcárea
- Praderas de pasto marino

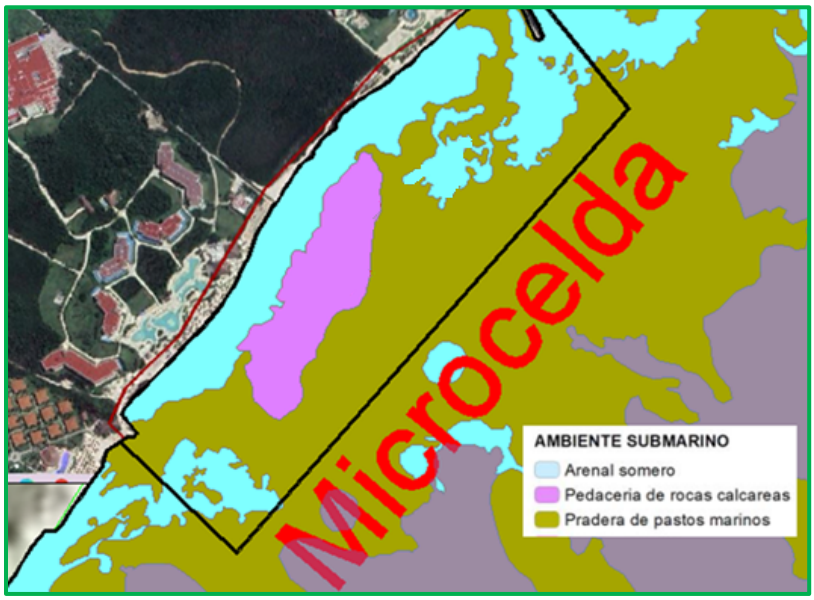


Figura 63 Mapa de ambientes de la microcelda para el proyecto

Tabla 22. Superficie por tipo de ambiente para el proyecto, expresado en número de hectáreas (ha) y en porcentaje (%), para la microcelda.

AMBIENTE	Clave	Microcelda	
		ha	%
Arenal somero	(As)	8.8	36.50
Pedacería de rocas calcáreas	(Pr)	3.38	14.02
Pradera de pastos marinos	(PM)	11.93	49.48
Cresta arrecifal	(CA)	-	-
Laja con macroalgas	(La)	-	-
Laja con gorgonáceos	(Lg)	-	-
Canal de arena	(Ca)	-	-
Arenal profundo	(Ap)	-	-
TOTAL		**24.11**	**100**

B) Tipos de ambiente presentes en la microcelda.

Es en la microcelda donde podría presentarse alguna influencia por el proyecto, por lo que se describe con mayor especificación.

a) Arenal somero (As)

El ambiente que se denominó Arenal somero dentro de la microcuenca corresponde a una franja somera colindante con la línea de costa hasta los 30 metros mar adentro en algunos puntos. Este arenal está muy alterado por la presencia masiva del alga parda *Sargassum sp*, (Sargazo) que, al descomponerse, mantiene una franja de agua café con exceso de materia orgánica en descomposición, y que se ha estado depositando en el sustrato en forma de limo o fango, mezclándose con la arena presente en el sitio, de modo que forma una especie de coloide que no existía ahí hace unos años.

Esta franja se estima que cubre una extensión de 8.79 ha., que representa el 36.47% de la microcelda, ya que además de estar junto a la línea de costa, también se encuentra entre algunas praderas de pastos marinos.

En esto sitios no se localizó biota marina de los grupos analizados; sin embargo, se observaron hoyos que muy probablemente sean de crustáceos o poliquetos que se entierran en la arena. La profundidad en este ambiente va desde la línea de costa hasta los 3.5 m (Figura 64).

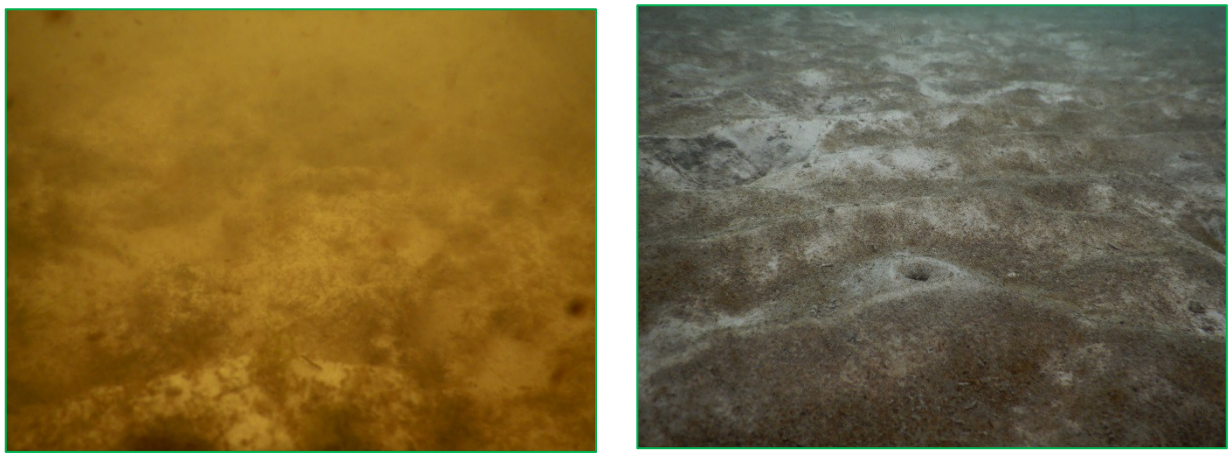


Figura 64. Tipo de ambiente denominado Arenal somero en la microcelda para el proyecto.

b) Pedacería de rocas calcáreas (Pr)

El ambiente de pedacería de rocas calcáreas dentro de la microcelda forma una franja de profundidad intermedia, que divide el arenal somero de la pradera marina que se forma un poco más profundo. Esta franja se estima que cubre una extensión de 3.38 ha (14.02 %) de la microcelda y se ubica aproximadamente a los 65 metros de la pleamar con una profundidad promedio de 2 metros. El sustrato se caracteriza por ser una laja con pedacería de sustrato rocoso. Es un área muy heterogénea, y en algunos puntos se mezcla con parches de pasto marino, y de laja rugosa. La cobertura de algas marinas suele ser alta, sobre todo algas rojas del género *Bostrychia* spp y *Acanthophora* spp. La presencia de corales es muy escasa, encontrando algunas colonias de coral muy pequeñas y aisladas de los géneros *Porites* spp y *Siderastrea* spp. (Figura 65).

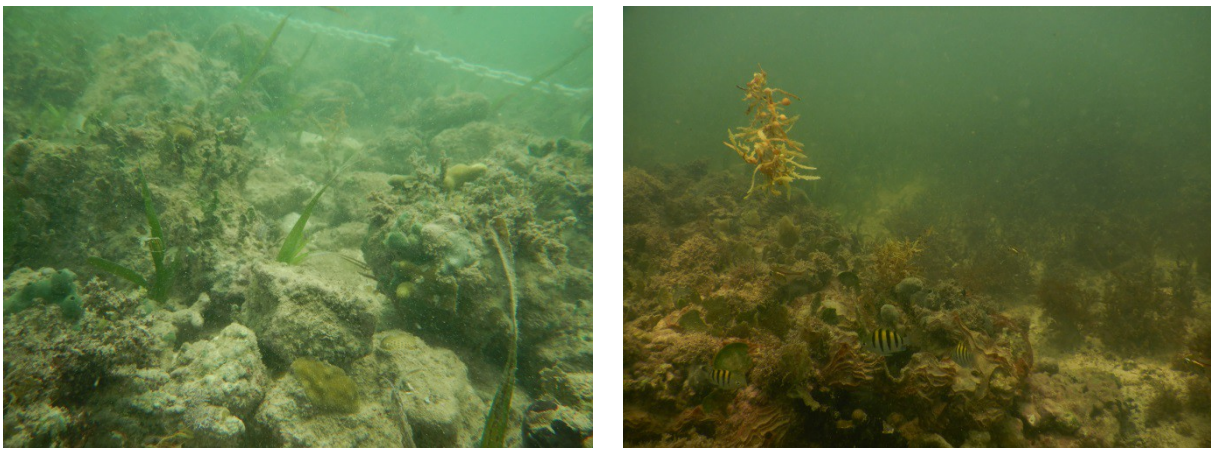


Figura 65. Tipo de ambiente denominado Pedacería de rocas calcáreas en la microcelda para el proyecto.

c) Pradera de pastos marinos (PM)

La pradera de pastos marinos dentro de la microcelda, se presenta en la parte más profunda del polígono, y abarca una superficie 11.93 ha (49.48 %) de la microcelda. Se caracteriza por la presencia de pasto marino, con una cobertura vegetal que varía alrededor de 85%. La

composición de la pradera en este sitio presenta una dominancia del pasto marino *Syringodium filiforme*, formando pastizales densos y homogéneos de 30 cm de altura en promedio. El sustrato es de arena fina y media. La presencia de otro tipo de biota conspicua es prácticamente nula. La profundidad en este ambiente varía de 1.5 a 4.0 metros (Figura 66).

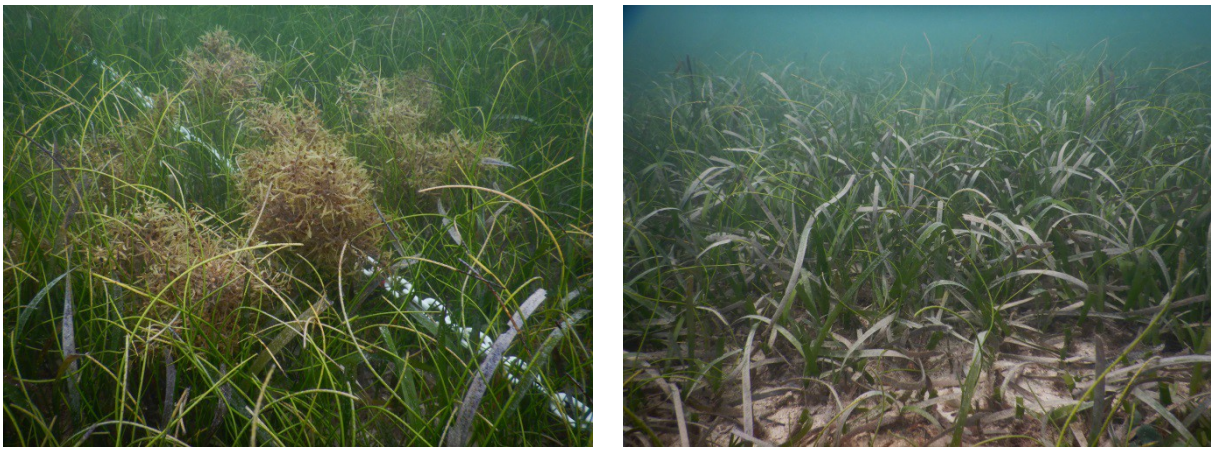


Figura 66. Tipo de ambiente denominado Pradera de pastos marinos en la microcelda para el proyecto.

C) Parámetros biológicos.

El análisis de la biota marina en la microcelda se realizó a través de la estimación de los parámetros comunitarios de los 5 grupos taxonómicos por tipo de ambiente.

A) Escleractinios (Corales duros)

a) Distribución y composición de especies

En el área de estudio se observaron 5 especies de corales escleractinios pertenecientes a 2 géneros y 2 familias; se registraron en la pedacearía de roca (Pr). La especie más frecuente y abundante fue *Porites astreoides*. Se enlistan las especies observadas con su categoría de abundancia relativa.(Figura 60).

Tabla 23. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).* Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	Microcelda		
			As	Pr	PM
Poritidae	Porites	astreoides		**D**	
		divaricata		**C**	
		porites		**C**	
Siderastreidae	Siderastrea	radians		**D**	
		siderea		**C**	
		No. de especies	**0**	**6**	**0**

Es importante señalar que ninguna de estas especies se encuentra en alguna categoría de protección especial de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

b) Abundancia y riqueza específica

Se observa que únicamente se registró presencia de corales entre la pradera de pastos, la presencia en la pedacearía de roca únicamente se observó en la mesocelda en las porciones más alejadas a la costa. (Figura 67).

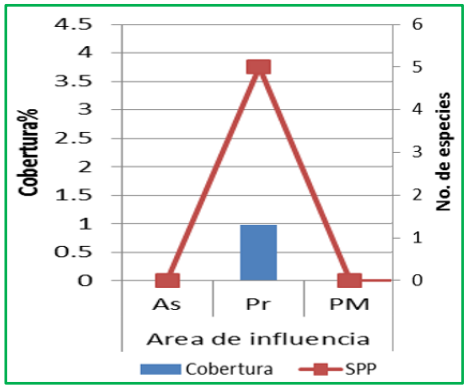


Figura 67. Abundancia y Riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS en la microcelda.

El coral de la especie *Porites astreoides* fue el que presentó el valor más alto de cobertura seguida por *Siderastrea radians*. (Figura 68).

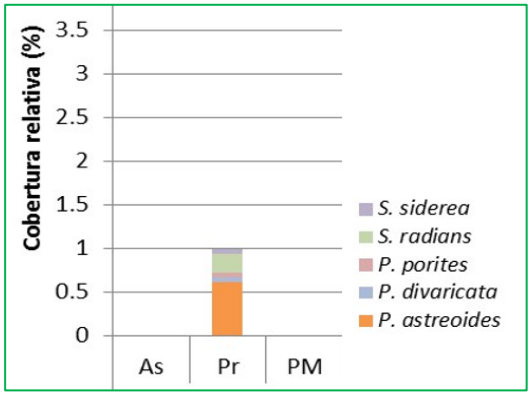
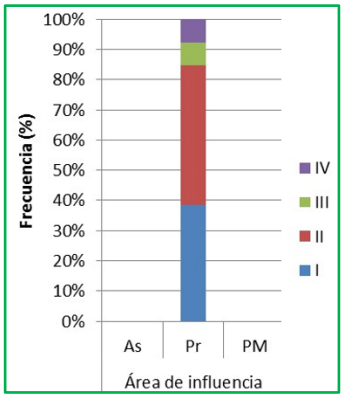


Figura 68. Porcentaje de cobertura relativa por especie de corales escleractinios en la microcelda.

c) Estructura de tallas

Se observa que la cobertura de los corales es menos a los 10 cm, aunque se localizaron sitios con cobertura de hasta 20 cm (Figura 69).



Clase·de·talla¤	ESCLERACTINIOS¤
I¤	<5·cm¤
II¤	5-10·cm¤
III¤	10-20·cm¤
IV¤	20-40·cm¤
V¤	>40·cm¤

Figura 69. Estructura de tallas para corales escleractinios en la microcelda.

d) Condición del organismo

Los resultados sobre los daños encontrados en la microcelda, en donde la turbidez del agua era muy alta, se encontraron la mayoría de las colonias con daño en sus tejidos el 60% se reporta dañado. (Figura 70).

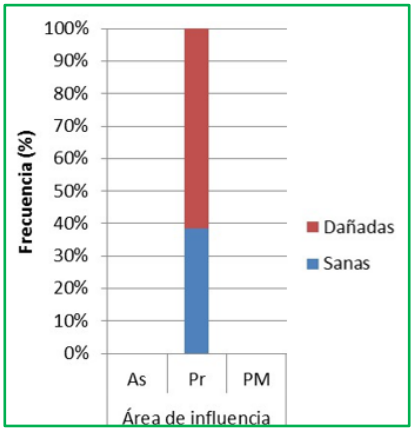


Figura 70. Condición del organismo para corales escleractinios en la microcelda.

B) Gorgonáceos (Corales blandos)

a) Distribución y composición de especies

En la microcelda se registró únicamente la presencia de *Pterogorgia anceps* en la pedacearía de roca, algunos organismos presentan daños por crecimiento de macroalgas sobre ellos.

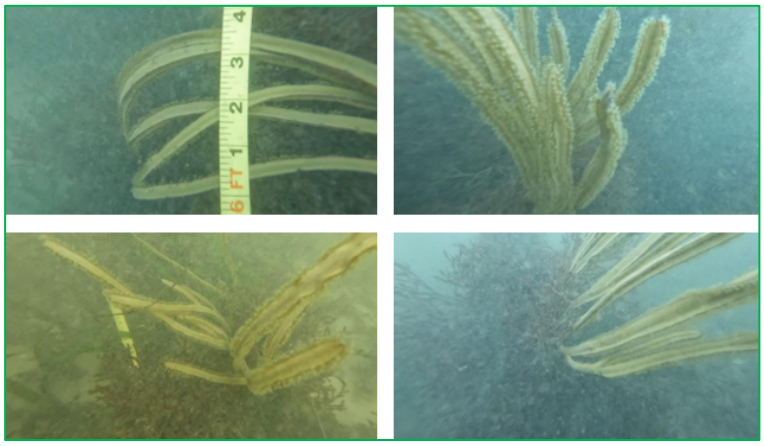


Figura 71. *Pterogorgia anceps* en la microcelda.

C) Ictiofauna (Peces arrecifales)

a) Distribución y composición de especies

Se registraron 8 especies de peces en los transectos de muestreo. Además, se registraron 2 especies adicionales fuera de las líneas de referencia y se tomaron cuenta solo para el listado de especies.

El mayor número de especies observadas se registró en los ambientes. Cabe señalar que en la línea de costa de la microcelda la turbidez del agua era considerable debido a la descomposición de sargazo en la orilla de la costa lo que aleja a las especies.

La mayor parte de las especies encuentran refugio en el sitio de pedacearía de roca calcárea, y únicamente una especie se registró en el arenal, en los pastos no se registraron peces como se observa en la tabla:

Tabla 24. Listado de especies y abundancia relativa de los peces registrados en la microcelda.

Restitución. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	Microcelda		
			As	Pr	PM
Chaetodontidae	Chaetodon	ocelllatus			**A**
Haemulidae	Haemulon	sp			**A**
Labridae	Halichoeres	bivittatus			**A**
		garnoti			**A**
	Hemipteronotus	martinicensis			**A**
Mullidae	Pseudupeneus	maculatus		*	
Pomacanthidae	Pomacanthus	paru		*	
Pomacentridae	Abudefduf	saxatilis			**A**
	Stegastes	diencaeus			**A**
Scaridae	Sparisoma	radians	**D**		
Número de especies			**1**	**2**	**7**

b) Estructura de tallas

En cuanto a la estructura de tallas se observa que hay peces de todas las tallas.

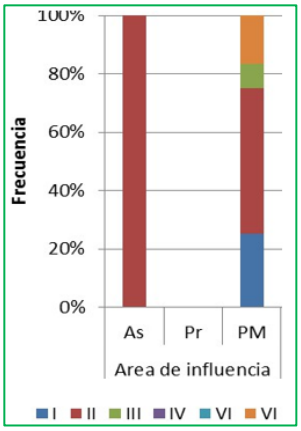
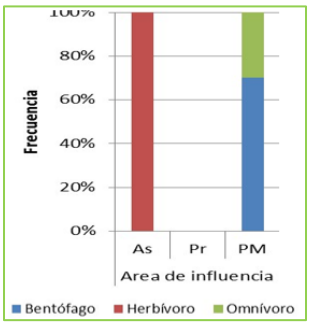


Figura 72. Estructura de tallas de los peces registrados en la microcelda.

I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.

c) Grupos funcionales



El único pez observado en los arenales es herbívoro, y en los pastos marinos se registraron bentófago y omnívoros.

Figura 73. Grupos tróficos en los peces registrados en la microcelda.

D) Vegetación marina (Macroalgas y Pastos marinos)

a) Distribución y composición de especies

En cuanto a la vegetación marina, se encontró una elevada riqueza, registrando un total de 44 especies pertenecientes a 21 géneros y 4 phyla, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente.

En el ambiente del Arenal somero de la microcelda, no se encontró ningún tipo de vegetación debido a la consistencia de tipo limo/fango del sustrato (Tabla 25).

Se observa que en las praderas de pastos se localizan algas raras y escasas. Y en las piedras calcáreas domina el pasto *Syringodium* y son abundantes las algas rojas *Amphiroa rígida* y *Amphiroa amphiroa.*

Tabla 25. Listado de especies y abundancia relativa a la VEGETACIÓN MARINA, en la microcelda, los ambientes de Pedacería de rocas microcelda y el de Pasto Marino (de ambas D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

División	Género	Especie	Microcelda		
			As	Pr	PM
Chlorophyta	Avrainvillea	asarifolia		R	
	Caulerpa	prolifera		E	R
		sertularioides		E	R
		verticillata		E	
	Dasycladus	vermicularis		E	
	Derbesia	sp.		E	
	Dictyosphaeria	cavernosa		E	
	Halimeda	goreaui			R
		gracilis		E	E
		incrassata		E	E
		tuna		E	E
	Penicillus	capitatus		E	E
		dumetosus		R	E
	Rhipocephalus	phoenix		E	R
	Udotea	cyathiformis			R
		fibrosa		R	
	Valonia	macrophysa		R	
Phaeophyta	Lobophora	variegata		R	
	Sargassum	fluitans		E	C
Rhodophyta	Acanthophora	spicifera		A	
	Amphiroa	fragilissima		E	E
		rigida		A	E
	Amphiroa	Amphiroa		A	
	Ceramium	sp.		E	
	Heterosiphonia	gibbesii			R
	Hydrolithon	boergesenii		E	
	Laurencia	papillosa		R	
Magnoliophyta	Syringodium	filiforme		D	D
	Thalassia	testudinum		C	A
No. de especies			**0**	**27**	**17**

b) Abundancia y riqueza específica

Los ambientes de pedacería de rocas de la microcelda y el de Pasto Marino este último tanto de la micro como la macrocelda fueron los que tuvieron los valores más altos de cobertura vegetal, con valores entre el 75 y 85% de cobertura. (Figura 74).

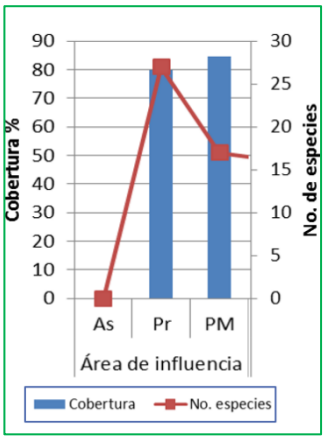


Figura 74. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA

c) Grupos funcionales

Finalmente, el análisis de grupos funcionales para macroalgas muestra una baja presencia de algas verdes carnosas, con mayor abundancia de algas verdes calcáreas en la mayoría de los ambientes. Las algas rojas son poco abundantes en general, a excepción del ambiente de Pedacería de rocas donde abundan las algas rojas carnosas. La presencia de pastos marinos se restringe a los ambientes que están definidos por la presencia de praderas de pastos marinos, y los ambientes adyacentes como el de Pedacería de rocas (Figura 75).

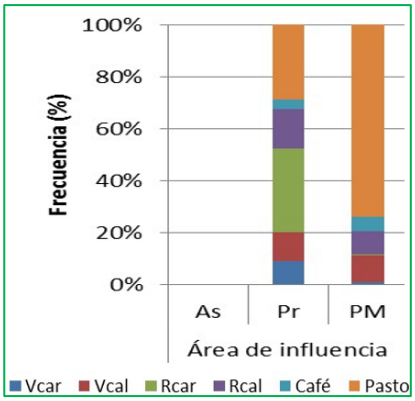


Figura 75. Grupos taxonómicos de VEGETACIÓN MARINA en la microcelda.

Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas.

E) Invertebrados

Se registraron 3 grupos de invertebrados en la microcelda, siendo estos anémonas, esponjas y moluscos. Se registró un total de 4especies de invertebrados, pertenecientes a 4 géneros y 4 familias. (Tabla 26).

Tabla 26. Listado de especies de INVERTEBRADOS en la microcelda.

Grupo	Familia	Género	Especie	Microcelda		
				As	Pr	PM
Anémona	Actiniidae	Condylactis	gigantea		**D**	
Esponja	Dysideidae	Dysidea	etheria		**D**	**D**
	Tedaniidae	Tedania	ignis		**D**	**D**
Molusco	Muricidae	Murex	sp		**D**	
			No de especies	**0**	**4**	**2**

IV.3.5 ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

En los registros que se obtuvieron para el presente estudio se encontraron 13 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y la modificación de su Anexo Normativo III, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019.

Tabla 27. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación del Anexo Normativo III publicado en 2019 que están presentes en el área de estudio del proyecto Arrecifes Artificiales de Restitución .

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución en la zona de estudio	
Magnoliophyta	Syringodium filiforme(A)	A (Amenazada)	Microcelda	PR y PM (Dominante)
	Thalassia testudinum(Pr)	Pr (Sujeta a protección especial)	Microcelda	PR (común) y PM (A)

IV.3.6 MEDIO SOCIOECONÓMICO

El medio socioeconómico corresponde al Municipio de Solidaridad Los datos e indicadores necesarios, se producen a nivel municipal, por ello se utiliza como fuente Los datos del Prontuario de información geográfica municipal Solidaridad, Quintana Roo, INEGI, 20123.

A) Población y vivienda

La población en el Municipio de Solidaridad Según el último Censo de Población realizado en el año 2020, es de 333 800 habitantes, lo que representa el 18.0% de la población de Quintana Roo, de los cuales por cada 104 hombres (51.1 %) hay 100 mujeres (48.9 %), en el municipio hay 136 localidades reportadas, sin embargo, la población se concentra de forma principal en 4, de las cuales la mayor es Playa del Carmen (304 942 hab.), y le sigue puerto aventuras (22 878 hab.).

La tasa de crecimiento de la población desde la creación del municipio en 1993 ha sido acelerada, sin embargo, después del año 2005 está disminuyo drásticamente de una tasa de 14.41 en el periodo del 2000 al 2005 a 2.93 en el periodo de 2005 al 2010, en comparación a 2010, para el 2020 la población en Solidaridad creció un 110%.

Las lenguas indígenas más habladas en 2020 fueron Maya (22,198 habitantes), Tseltal (3,603 habitantes) y Ch'ol (2,173 habitantes).

B) Servicios.

Educación. - En 2020, los principales grados académicos de la población de Solidaridad fueron Preparatoria o Bachillerato General (76.7k personas o 32.4% del total), Secundaria (73.6k personas o 31.1% del total) y Licenciatura (43.5k personas o 18.4% del total)

Salud. – En el municipio de Solidaridad las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (155k), Otro lugar (67.7k) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (53.8k).

Limpia y Saneamiento.-- En el municipio tiene un sistema de limpia y saneamiento mediante vehículos de 8 toneladas de capacidad, con caja compactadora. El municipio cuenta con un relleno sanitario, y servicio de acopio de residuos valorizables.

Vías de comunicación.- El municipio de Solidaridad cuenta con 451.89 km de infraestructura vial, de los cuales 249.47 km corresponden a carreteras, 139.6 km a caminos (brechas y veredas) y 62.78 km a calle. La carretera federal 307 comunica todo el SA con el estado de Quintana Roo, dentro del SA

existen caminos y algunas calles del Norte de la zona urbana de playa del Carmen

Servicios y equipamiento doméstico.- En solidaridad los servicios de drenaje agua entubada, sanitario y energía eléctrica se encuentran por encima del 90 %

C) Economía.

El SA pertenece a la Región Socioeconómicas Caribe Norte, la cual comprende dos subregiones: 1). - subregión Cancún – Isla Mujeres y 2). -subregión Riviera Maya, caracterizada por ser la zona más dinámica en cuanto a crecimiento económico y explosión demográfica. La misma, concentra más del 60% de la población, más del 86% de Producto Interno Bruto del estado y el 90% de la infraestructura turística, constituyendo el principal generador de divisas turísticas.

La Riviera Maya ha tenido un crecimiento acelerado, gran cantidad de inversionistas han elegido estos destinos turísticos, lo que causa aumento de población, empleos, infraestructura y servicios

En el municipio de Solidaridad, el sector terciario emplea a la mayor cantidad de PEA con un 82% del total, principalmente enfocado en comercio de mayoreo y menudeo, restaurantes y servicios de alojamiento, así como transportes y comunicaciones.

Empleo. - Quintana Roo reportó 706 mil trabajadores en 2013, principalmente en comercio y restaurantes y servicios de alojamiento, que pertenecen al sector terciario el cual emplea a la mayor cantidad de PEA con un 82% del total en solidaridad, esto es importante para el proyecto, ya que la restauración de la playa obedece a la conservación del bien que atrae a los turistas y origina el empleo para los playenses. En el municipio de Solidaridad, al igual que en el estado, la actividad preponderante es el turismo. La actividad se localiza en toda la línea de costa y está presente en el SAR, la cal se encuentra en crecimiento constante, según SEDETUR paso de 32859 cuartos hoteleros en 2010 a 35,654 en 2014, actualmente de los 11 municipios, en que está dividido el territorio quintanarroense, el de Solidaridad es el que mayor número de hoteles tiene, con 277 para un total de 40 mil 062 habitaciones.

El Producto Interno Bruto (PIB) del estado ascendió a cerca de 226 mil millones de pesos en 2012, con lo que aportó 1.5% al PIB nacional. Las actividades terciarias, entre las que se encuentran el comercio y hoteles, aportaron 85% al PIB estatal en 2012.

Quintana Roo recibió 462 millones de dólares por concepto de inversión extranjera directa en 2013, lo que representó 1.3 % de la IED recibida en México. El sector de hoteles y restaurantes recibió la mayor proporción de la IED captada por el estado en 2013.

IV.3.6.1 Paisaje

Analizando el paisaje como la forma en que este se percibe, considerando la calidad, naturalidad y fragilidad; el paisaje en la playa y zona marina del SAR, es evidente que ha tenido cambios significativos tanto por los efectos naturales, como han sido los huracanes, que modificaron la distribución de la vegetación, como por las actividades del hombre. Actualmente el paisaje del SA se ve influenciado en gran medida por el uso como corredor turístico conocido comercialmente como Riviera Maya (del cual forma parte el SAR), en el cual al construirse hoteles y fraccionamientos residenciales y turísticos, se ha modificado el paisaje, disminuyendo su naturalidad, las actividades turísticas que se llevan a cabo en el SA

requieren de una buena calidad paisajística, por ello a pesar de las modificaciones, la calidad escénica del sitio es cuidad siempre con criterios antropocéntricos pero siempre buscando ofrecer una alta calidad paisajística.

La zona litoral de la Riviera Maya también ha sido modificada, y provocado la pérdida de playas, lo que conlleva a soluciones que consisten en colocar espigones de bolsacreto o costales, lo que generalmente impacta al paisaje de forma negativa, disminuyendo su calidad y su naturalidad. También lo hacen los espigones perpendiculares a la línea de costa

Todas estas modificaciones hacen que esta unidad playa - zona marina colindante, aumente su fragilidad, ya que cualquier cambio es más notable, y los impactos visuales se irán acumulando, de ahí la importancia de que los nuevos complejos dejen libre el frente de playa, respetando la vegetación de la duna y el pasto marino.

El paisaje incluye también la presencia de obras antrópicas cuando ellas existen, uniendo ambas concepciones, el relieve (fisiografía) constituye la base sobre la que interactúan otros componentes del paisaje. La cubierta vegetal, la presencia del agua, la frecuencia e intensidad de los vientos y las precipitaciones y la actividad humana, diferencian un determinado paisaje frente a otros de relieves similares, a la vez que contribuyen a su transformación. El paisaje es entonces el aspecto general de una región, resultante de la modelación efectuada por distintos factores (abióticos, bióticos y antrópicos) cuya particular historia evolutiva y adaptativa le confiere ciertas peculiaridades.

La evaluación del paisaje como unidad de percepción en el SA se puede realizar de forma cualitativa, en la siguiente tabla se describe las cualidades del paisaje en el SA delimitado.

Tabla 28 Características del paisaje en el SA.

Visibilidad	La visibilidad en la zona costera se ve limitada hacia el oeste, norte y sur es decir hacia tierra adentro por la vegetación que es muy densa en los sitios naturales, y/o por las edificaciones en las zonas con construcciones. Al este la visibilidad es amplia en lo que se refiere a la ZOFEMAT
Calidad y Potencial paisajístico	El Paisaje ha sido modificado por las construcciones de hoteles y departamentos, la calidad natural se encuentra empobrecida, aún quedan sitios naturales, aunque desde el punto de vista turístico es apto para ser comercializadas
Calidad visual del entorno inmediato (de 500 a 700 m de distancia).	La calidad ambiental en el SA-T es media, ya que se trata de un ambiente perturbado, en el SA-M, es baja en la zona litoral y alta en la zona alejada de los litorales, principalmente por la afectación que causa el arribo masivo de sargazo.

Calidad del fondo escénico.	El fondo escénico, en el SA-T es la vegetación hacia el oeste, por lo que la calidad es media, ya que la cobertura es irregular por la fragmentación que han causado las construcciones. Hacia el Este el fondo escénico representado por el Mar caribe es el mayor atractivo, reconocido por su belleza en todo el mundo. En últimas fechas siendo modificado mediante espigones y elementos extraños en la playa para disminuir la erosión y últimamente el sargazo que arriba en cantidades extraordinarias
Fragilidad.	La fragilidad en el sistema ambiental es alta, ya que por la altura de la vegetación que no rebasa los 5 metros los cambios son muy notorios desde otros puntos. Tanto las obras en la zona marina como en la terrestre.
Frecuencia de la Presencia humana.	El paso de los transeúntes en la playa del SA es continuo, aunque se limita los usuarios de los hoteles en la bahía.
Singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.	El paisaje en el sistema ambiental constituye un paisaje singular, entre el humedal y el mar Caribe; con un color del mar turquesa y las blancas playas.

Para el proyecto que aquí se presenta el paisaje es muy importante, por ello se realizó la "Evaluación del Paisaje en el frente de playa Bahía del Carmen".

En la evaluación del paisaje, del predio se identificaron los siguientes elementos:

NATURALES:

1) **Segmento de playa arenosa:** Área a lo largo de todo el frente de costa. Textura suave, área uniforme en balance con los otros componentes.
2) **Segmento de manglar** Área de mayor escala y en buen estado de conservación.
3) **Remanente de manglar en playa** Área pequeña del manglar en la zona de playa sin estar conectada con el resto del manglar.
4) **Mar territorial próximo** Escala vasta, con áreas uniformes. Excelente conservación de la línea de horizonte. Excepto cuando se está cerca del muelle.

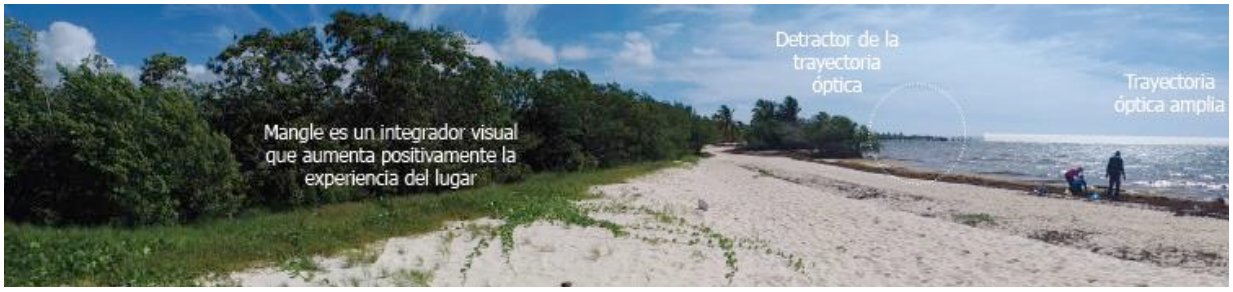




Figura 76 Componentes naturales (sur del predio)

COMPONENTES ARTIFICIALES

5) Edificación Club de Playa Norte Palafito de un nivel. Escala de bajo impacto. Uniforme, simple y con materiales armónicos con el paisaje. Transición dura con la playa con una duna cubierta por pasto y palmeras.
6) Andador de madera. Simple y con materiales armónicos con el paisaje



Figura 77 Componente ARTIFICIAL (Norte del predio)

A partir de la evaluación realizada se encontraron 6 áreas con mayor atractivo por la experiencia que inducen. Al contrario de otros predios vecinos, el área de estudio conserva la mayoría de sus atractivos sensoriales, los cuales se pueden observar en la figura X y se enlistan:

A. La playa de arena (2 y 4) estimula el relajamiento y la convivencia.
B. El área de manglar ofrece una experiencia de exclusividad cuando se ve desde dentro del mar.
C. El área 3 y 6 son un refugio para los usuarios por la sombra y el encuadre del mar.
D. En área 5 tiene una pequeña salida de agua dulce por temporadas que es neutra en el paisaje.

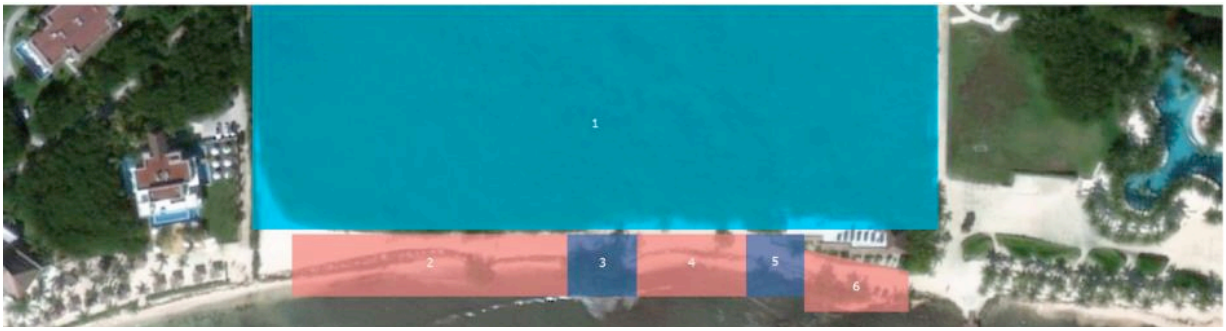


Figura 78 Áreas con mayor atractivo por la experiencia que inducen; playa de arena (2 y 4) estimulan el relajamiento y la convivencia. El área de manglar ofrece una experiencia de exclusividad cuando se ve desde dentro del mar (1) El área 3 y 6 son un refugio para los usuarios por la sombra y el encuadre del mar, en área 5 tiene una salida de agua dulce por temporadas.

IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental integra los elementos descritos anteriormente sobre las condiciones del sistema ambiental, considerando y reconociendo las relaciones entre los diferentes componentes del sistema, resaltando las formas en que se han llevado a cabo estas interacciones y valorando el estado en el que se encuentran. como una síntesis objetiva del estado ambiental del SA, es evidente lo siguiente:

En la siguiente tabla se especifican y fundamentan las consideraciones de calificación del estado de conservación, fragilidad y capacidad de carga:

Tabla 29 Calificaciones del diagnóstico ambiental.

	Alto	Medio	Bajo
Estado de conservación	Cuando las condiciones naturales no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación, sigue cumpliendo su función ambiental.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente, ya no cumple su funcionalidad.
Fragilidad	Un elemento frágil se degrada con facilidad y se recupera con dificultad, es vulnerable.	Se encuentra en un término medio de susceptibilidad y capacidad de recuperación.	Cuando el componente tiene una alta capacidad de regeneración y no se ve afectado con facilidad.
Capacidad de regeneración	Cuando un elemento se recupera en un intervalo de tiempo corto de un efecto impactante.	Cuando un elemento se recupera de forma paulatina de un impacto.	Cuando no se recupera o es un proceso a muy largo plazo.

Tabla 30 Diagnóstico ambiental del área de influencia. EC= Estado de conservación, F= Fragilidad, CR= Capacidad de regeneración.

Elemento indicador	Descripción de la situación actual del sistema ambiental.	EC	F	CR
Calidad del aire	En la zona costera que conforma el SA, las actividades productivas son terciarias, es decir de servicios, donde las emisiones son realizadas por los vehículos terrestres y marinos asociados al movimiento de la población y del turismo, así como las emisiones que se generan por el uso urbano y turístico, por el uso de combustibles como gasolina, diésel, y gas LP. Por ser una zona donde corre el viento continuamente los gases se dispersan de forma inmediata, los desarrollos turísticos deben cumplir con la normatividad federal y estatal que regula las emisiones, sin embargo, en el estado no hay una verificación que regule las emisiones de los vehículos acuáticos y terrestres. En cuanto a los olores no existen emisiones que sean desagradables, a excepción de la temporada de presencia del sargazo, el cual al descomponerse emite metano y gases de descomposición de materia orgánica. Al ubicarse en una zona turística no se deja acumular el sargazo, para no ahuyentar al turismo. Se considera un nivel medio de conservación, ya que, aunque no sea un problema que se perciba, la cantidad de vehículos y pobladores permanentes, de paso y turistas es alta en el SA.	Medio	Medio	Alta
Nivel de ruido	El ruido en la zona costera del SA es generado por las actividades urbanas y turísticas, existen regulaciones en los centros de consumo, sobre el nivel de ruido, para cuidar el confort sonoro entre los diferentes desarrollos, por lo que este componente se mantiene a un nivel medio de conservación. Respecto a la fauna ésta mantiene su distancia, permaneciendo en las zonas menos impactadas del SA, en su mayoría contenidas por la carretera federal.	Alto	Alta	Alta
Microclima	El microclima en el SA-T se ha modificado por la remoción de la vegetación en la zona costera para la construcción de desarrollos turísticos, en el interior de los predios se conserva una mayor cobertura vegetal.	Medio	Alto	Medio
Agua Superficial	En el SA-T, no existen cuerpos de agua superficial, a excepción de los afloramientos de agua subterránea, como es el caso de la salida de agua en el predio al norte del proyecto (Tres Ríos), y la lente de agua que se forma en los manglares, por la retención de agua de lluvia en un suelo permeable. Como se mencionó en el presente capítulo el humedal - manglar se encuentra fragmentado y ya no existe una continuidad de la lente de agua que se forma en la temporada de lluvias.	Bajo	Alto	Medio
Agua Subterránea	De acuerdo a los estudios que se han realizado en la zona la dirección del flujo subterráneo es de oeste a este, En la zona de estudio se identificó un acuífero cárstico con un nivel freático entre 0.709 m y 7.04 m por debajo del nivel del terreno con potenciales entre 0.710 y 0.846 msnm.	Alta	Alta	Medio

Elemento indicador	Descripción de la situación actual del sistema ambiental.	EC	F	CR
	El agua subterránea circula en un medio dominado por conductos de disolución (calizas arrecifales) por debajo de los 10 m y en la parte más somera a través de los planos de estratificación de las calcarenitas. La interface salina del acuífero se ubica entre -7.0 y -10.0 m. bajo el nivel medio del mar en los puntos más cercanos a la costa y entre -12 y -15 m para los puntos más alejados.			
Relieve	Las construcciones de la zona urbana al sur de SA, los caminos, así como fraccionamientos y desarrollos hoteleros han nivelado el relieve en sitios específicos para hacer las edificaciones modificando el relieve natural de la zona tanto en la barra arenosa como en el humedal, esto fragmenta el humedal y reduce las zonas para acopio de agua pluvial, provocando el sobrellenado de las cuencas y su desborde hacia el mar a través de la barra arenosa cuando ocurren precipitaciones pluviales extraordinarias	Medio	Alta	Baja
Calidad y cobertura del suelo	En el SA-T no existen reportes de contaminación del suelo, la superficie de suelo original, si ha disminuido significativamente y seguirá disminuyendo por el crecimiento de la Mancha urbanizada y por los desarrollos turísticos, en la zona en asentamientos humanos se permite hasta el 90% de superficie de modificación realizando desmonte y desplante. En la UGA la superficie de modificación es menor al 50%, por lo que en esta zona si se mantienen zonas con el suelo original. La barra arenosa en el SA en general se encuentra estrecha y con problemas de erosión, actualmente y desde el año 2015 existen problemas en el litoral por la llegada masiva del sargazo que se descompone en las playas y causa la modificación de las características del agua y del suelo en todo el litoral costero del SA.	Bajo	Alta	Baja
Amplitud de la playa.	La amplitud de la playa se ha modificado en diversas partes del SA, derivado de la modificación de la vegetación en la zona terrestre como marina (Duna y pastos marinos) y por las construcciones que modifican el oleaje que llega a la playa y acarrea la arena. La capacidad de regeneración es muy baja o nula, debido a que ha modificado la dinámica de la línea de costa.	Baja	Alta	Baja
Topografía y batimetría. (Perfil de playa)	La topografía de la playa y batimetría de la zona marina, describen el perfil de playa, que como en el punto anterior, también se ha modificado en la parte terrestre en todos los sitios donde hay un desarrollo colindante.	Baja	Alta	Baja
Línea de costa natural e infraestructura.	La línea de costa se refiere a la zona de contacto entre la zona marina y la zona seca, y su forma la cual se modifica por la construcción de escolleras desde la playa, rellenos o excavaciones que modifican la forma de la playa e infraestructura q modifica su continuidad. (Muelles, pasarelas, excavaciones, espigones, etc.).	Baja	Alta	Baja
Dinámica Erosión –	La dinámica del litoral se observa modificada por efectos antrópicos debido a las construcciones sobre la barra de arena y el humedal por los hoteles a lo largo del SA.	Medio	Alta	Baja

Elemento indicador	Descripción de la situación actual del sistema ambiental.	EC	F	CR
Acreción de la Playa	En la zona de influencia del proyecto existen cambios notorios en las microcorrientes y en la energía del oleaje que llega a la playa, debido a la colocación de infraestructura frente a lotes circunvecinos, esto hace una necesidad de adaptación del área en donde se propone el proyecto. Se observa que la dinámica de la zona se ha modificado por las construcciones que modifican las microcorrientes litorales, el oleaje, en este el caso del sitio del proyecto se ha modificado por la construcción de espigones al norte de la playa.			
Oleaje.	El oleaje se ha intentado modificar en su llegada al litoral modificado, por construcciones de espigones y rompeolas.	Media	Alta	Media
Vegetación terrestre	La vegetación terrestre en el SA ha sido modificada, por el uso de suelo turístico y residencial, y por el paso de los huracanes y nortes.	Media	Baja	Alta
Fauna terrestre	En el SA-T existen aves residentes y migratorias, habitan reptiles grandes -como cocodrilos- y mamíferos, estos se encuentran restringidos en su movimiento por la fragmentación del hábitat, por la carretera federal, caminos vecinales y la zona marina, para el caso del proyecto la fauna terrestre no tiene interacción significativa ya que pocas veces son vistos en la barra arenosa.	Medio	Medio	Medio
Vegetación playa	La vegetación en el SA, se ha visto reducida conforme va creciendo el desarrollo turístico, la franja colindante a la playa es el sitio más atractivo. En ocasiones únicamente se respeta la franja de 20 m de Zona Federal Marítimo Terrestre, o menos. Eliminando la vegetación de duna y matorral costero.	Baja	Alta	Baja
Fauna playa	Al eliminar la vegetación de las playas, la fauna no encuentra sitios de refugio y alimentación, se ha modificado favoreciendo a las especies que se adaptan a la presencia humana y encuentran alimentación en los residuos o en la vegetación introducida.	Bajo	Alta	Baja
Calidad del Agua marina	La calidad del agua marina en la zona es apta para contacto humano[4] respecto a los análisis bacteriológicos. Sin embargo, no existe un monitoreo en el SA-M de la calidad fisicoquímica del de agua marina. Por lo que, aunque no se tiene la certeza de los análisis fisicoquímicos, por las actividades en la zona continental, se asume que tiene una calidad media.	Medio	Alta	Alta
Biota marina	En cuanto a la Biota Marina, la caracterización de flora y fauna marina muestra presencia de varios grupos de biota, lo que denota una salud media en las zonas cercanas al litoral y va mejorando al alejarse de la costa.	medio	Media	Media
Corredores biológicos o conectividad entre ecosistemas	La conectividad entre los ecosistemas alrededor del SA se encuentra fragmentado, ya que las construcciones generan barreras físicas, que impiden el paso de la fauna y aíslan a la vegetación como es el caso del manglar. De la zona de playa también se forma una barrera, donde ya no existe la duna o el matorral costeros. En la zona marina la continuidad si existe, no hay barreras físicas que impidan el libre tránsito de la fauna	Bajo A Medio	Media	Media

Elemento indicador	Descripción de la situación actual del sistema ambiental.	EC	F	CR
	que pasa de las áreas de corales, pastizales y mar profundo.			
Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	El paisaje alrededor del SA es peculiar, ya que se observa la belleza del mar Caribe que es el mayor atractivo del corredor turístico, y una zona urbana entre fraccionamientos habitacionales, turísticos y desarrollos turísticos. En general los hoteles buscan resaltar esta belleza escénica al integrar la infraestructura para el uso y disfrute de este, creando un nuevo paisaje agradable ya que las propietarios buscan una arquitectura que sea agradable y que eleve el plus valor de su inversión, particularmente en la zona de influencia del proyecto se realizó el estudio de paisaje, mediante el cual se propone la conservación de sus elementos relevantes y la restauración de atributos, que se conjugan con el proyecto previamente aprobado	Medio	Alta	Medio
Social y Económico.	La economía en el municipio depende totalmente del turismo, y las actividades que se desarrollan a su alrededor, Solidaridad es el municipio que presentó una taza de crecimiento más alta en el país, por lo que el crecimiento de la población rebaso el crecimiento de equipamiento e infraestructura urbana, así como la implementación de las regulaciones de uso de suelo. Actualmente se cuenta con un programa de desarrollo urbano municipal y en los centros de población principales, lo que ha regulado su urbanización, y el cumplimiento de la normatividad ambiental, de las leyes y reglamentos estatales y municipales. El SA se encuentra cercano a la ciudad de Playa del Carmen que es una zona muy dinámica desde el punto de vista socioeconómico y esto lo influencia de forma significativa, imprimiendo presión hacia el uso el suelo, que se ha reflejado en la construcción de hoteles a todo lo largo, y los cuales se han constituido como la principal y más abundante fuente de ingresos de la región, la mayor parte de la población proviene de otras regiones del país y ha llegado a este sitio en busca de oportunidades laborales, de inversión y negocios, así el SA constituye aun el sitio en donde es posible invertir para continuar con los procesos sociales y económicos de la zona, comparado con otros sitios la reciente creación de esta comunidad hace que no exista un elemento previo o natural, sino que actualmente va construyéndose, por ello su estado de conservación se refiere a la capacidad de servicios y oportunidades, la fragilidad se refiere a la solidez como sociedad ante efectos socioeconómicos disruptivos y su capacidad de regeneración a la capacidad de esa sociedad a remontar dichos efectos.	Bajo	Alta	Alta

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL

En este capítulo se retoma la información vertida en el capítulo II donde se describieron las actividades que se realizaran y al final se presentó un listado de las actividades que se realizaran.

El capítulo 4 de la misma forma finaliza con el diagnostico ambiental, de tal forma que permite identificar los elementos relevantes en el sistema ambiental regional, los cuales se retoman para hacer la matriz de doble entrada para identificar los impactos ambientales hacia dada componente ambiental.

Por lo que se destaca que la metodología se basa en Actividades impactantes *vs* indicadores de los componentes del ambiente, para identificar y evaluar dichos impactos ya sean positivos o negativos.

El resultado de la matriz es la Identificación y evaluación de la importancia del impacto ambiental, de las actividades hacia los componentes ambientales lo cual permitirá generar las mejores medidas de prevención y mitigación.

Es de señalar que en algunos casos desde el diseño del proyecto se están contemplando medidas de prevención por lo que ya se consideran parte de las acciones a realizar.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El método de evaluación de impactos ambientales permite la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto. En este caso el valor será medido a través de la asignación del "*valor de importancia*" método descrito por Conesa. (1995).

La matriz de importancia consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos, es decir los indicadores ambientales que hemos seleccionado y enumerado en el inciso anterior.

Es importante señalar que la metodología a diferencia de otras en este documento es acción vs componente ambiental, y no impacto vs componente ambiental, por lo que el resultado es la importancia del impacto de cada acción, ya que una acción o actividad del proyecto puede provocar más de un impacto en los diversos componentes ambientales.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental (Ío) generado por una acción simple de una actividad (Ai) sobre un factor ambiental considerado (Fj).

En este estadio de valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración

correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde la **I** = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 31. Significado de los símbolos y valores que pueden ser asignados

Naturaleza	Beneficio	+	Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	Sin sinergismo	1
	Perjudicial	-			
Intensidad (Grado de destrucción)	Baja	1		Sinérgico	2
	Media	2			
	Alta	4		Muy sinérgico	4
	Muy Alta	8			
	Total	12			
Extensión (EX) (área de influencia)	Puntual	1	Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	Simple	1
	Parcial	2			
	Extenso	4		Acumulativo	4
	Total	8			
	Critica	+4			
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1	Efecto (EF) (Relación causa – efecto)	Indirecto	1
	Medio plazo	2			
	Inmediato	4		Directo	4
	Critico	+4			
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	Fugaz	1	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	Irregular	1
	Temporal	2		Periódico	2
	Permanente	4		Continuo	4
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	Recuperabilidad (MC) (por medios humanos)	Inmediato	1
	Medio plazo	2		Medio plazo	2
	irreversible	4		Mitigable	4
				Irrecuperable	8

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100;

Los impactos con valores de importancia inferiores se califican de acuerdo al siguiente rango:

Valor de importancia (I)	*Significancia*
Menor a 25	*Irrelevante*
Entre 25 y 50	*Moderado*
Entre 50 y 75	*Relevante*
Mayor a 75	*Critico*

Es importante señalar que al igual que los valores de los distintos símbolos no son comparables, los valores entre distintas casillas de cruce tampoco son comparables.

Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, y están en función del grado de manifestación cualitativa de cada criterio que se evaluó.

Análogamente se puede decir que la importancia en la fila *j=2*, es mayor que la fila *k=1*, y deducir que *j* está siendo agredido en mayor medida que el factor k, pero sin proporción numérica

alguna, no significa que j es dos veces más impactada que k. Es importante tener presente lo anterior al interpretar la matriz resultante.

V.2 . CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para el proyecto las acciones impactantes se han agregado en los siguientes rubros:

Preparación y construcción

Construcción del andador

- Transporte de pilotes hasta la playa.
- Colocación de la malla geotextil conforme avance el andador
- Colocación de los pilotes desde el mismo andador

Recolocación de arena

- Bombeo de arena
- Recolocación de arena
- Reforestación de vegetación de duna

Presencia de trabajadores y uso de vehículos terrestres y marinos

- Presencia de trabajadores
- Uso de vehículos
- Generación de gases de combustión
- Generación de residuos sólidos
- Generación de residuos líquidos

Operación o permanencia de la duna reforestada y andador

- Estabilización de barra de arena con vegetación halófita
- Protección del manglar en el predio.
- Protección de mogotes de manglar.
- Paso alternativo para proteger la vegetación de duna reforestada y el manglar de franja.

V.2.1 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL

En el presente documento se mencionan los indicadores de impacto ambiental o de la calidad del ambiente que se definen como “la expresión medible de un impacto ambiental” con y sin proyecto, por lo que son variables que evidencian las alteraciones sobre el factor ambiental, estas alteraciones pueden ser de origen natural (ciclos) o por las actividades humanas, así un indicador es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor que se pretende valorar.

Los indicadores de impacto ambiental llevan implícito los impactos que contribuyen al cambio climático. Se debe considerar que el cambio climático es consecuencia y suma de impactos al ambiente, no únicamente de la perdida de vegetación marina o terrestre, o el aumento de los gases de efecto invernadero, es también la perdida de ciclos biológicos, de redes tróficas de conectividad entre los ecosistemas, que llevan a un deterioro general del ambiente.

Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y dimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto, lo que en este caso se realizó por el método de la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios.

Se buscó que los indicadores ambientales cumplieran con los siguientes criterios:

- ✓ **Representatividad**. - Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.
- ✓ **Relevancia**. - La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.
- ✓ **Excluyente**. - Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que podría llevar a una sobreevaluación de algunos efectos.
- ✓ **Cuantificable**. - Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.
- ✓ **Fácil identificación**. - que es claro y conciso

Con el fin de elegir los indicadores ambientales que sean representativos y de relevancia en el área de estudio se eligieron los elementos que en base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico son cuantificables y de fácil identificación.

En este caso la evaluación de impactos ambientales se realizará por el método de *Matriz de Importancia* (Conesa, 1995), la cual señala que no se requiere de una fase de cribado de indicadores ambientales, ya que la matriz permite la identificación y evaluación al mismo tiempo, por lo que se establecieron como indicadores ambientales, los componentes críticos, y que cumplen con los supuestos mencionados anteriormente, destacando la fácil identificación.

A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron los componentes del sistema ambiental, se eligieron los indicadores para este sistema en particular. (Conesa, 1995, y Gómez, 2003).

A continuación, se describe el término en que se evaluó cada uno de los indicadores:

Tabla 32 Indicadores ambientales del sistema ambiental regional y sitio del proyecto.

Factor	Elemento indicador	Criterios que lo hacen relevante
Atmósfera	Microclima	Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como el efecto albedo, humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort humano.
	Sumideros de carbono	El carbono azul es el carbono orgánico que capturan y almacenan los ecosistemas costeros de manglar, pastos marinos y marismas. En el caso del sitio del proyecto el indicador es la superficie y densidad que ocupa el manglar y los pastos marinos.

Factor	Elemento indicador	Criterios que lo hacen relevante
Hidrología	Calidad del agua.	Esta indicador resulta particularmente sensible en el sistema debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad donde el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático, del que depende el abastecimiento de agua para la población y que desemboca finalmente al mar, por lo que su alteración repercutiría en las condiciones de esté, es un elemento que influye en las comunidades marinas cercanas al litoral. Aunque no se realizan análisis de la calidad del agua y suelo, se evalúa la interacción con las actividades en el proyecto y en el sistema ambiental.
	Escorrentía superficial	Este indicador se considera importante debido a que el agua en el sistema ambiental se infiltra al subsuelo o se acumula en el humedal temporal.
Suelo	Calidad del suelo	Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos naturales. Aunque no se realizan análisis de la calidad del suelo, se evalúa la interacción con las actividades en el proyecto y en el sistema ambiental.
	Cantidad y tipos de suelo	Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo, así como al tipo de suelo existente y los que serían afectados por las obras.
Playa y zona marina	Amplitud de playa.	Se refiere a la amplitud de la barra de arena entre la zona marina y la zona terrestre, es decir la morfología de la playa.
	Topografía y batimetría. (Perfil de playa)	El litoral es un elemento de cambio constante, este elemento se refiere a un cambio brusco en la topografía en la zona marina, que sea un cambio extraordinario a la dinámica natural, aun contemplando casos extremos como son los de tormenta. Este indicador junto con la amplitud de la paya conforma la morfología de la playa, y del cordón de dunas, se considera la forma de la playa húmeda, batimetría, y la parte seca topografía, y como se modificará con el proyecto.
	Dinámica Litoral Erosión – Acreción de la Playa	Este indicador más que un elemento aislado, se refiere a los procesos de la playa que integra una serie de elementos entre la parte terrestre y marina, como es la topografía de la playa, el oleaje, la granulometría de la arena. Incluye los procesos de erosión y depositación, en la playa, y la compactación y estabilidad de la arena.
	Calidad del agua marina	Aunque no se realizan análisis de la calidad del agua y suelo, se evalúa la interacción con las actividades en el proyecto y en el sistema ambiental, previendo si se generará la generación de sustancias que puedan generar cambios en la composición fisicoquímica del agua marina.
Biodiversidad ecosistemas	Vegetación terrestre y marina	En este elemento se evalúa su composición en número de especies, de ejemplares por especie y distribución, lo que se define como diversidad. Así como la superficie que ocupa cada ecosistema con obra y sin obra.
	Fauna terrestre y marina	En este elemento se evalúa su composición en número de especies, de ejemplares por especie y distribución, lo que se define como diversidad. Así como la superficie que ocupa cada ecosistema con obra y sin obra.
	Especies protegidas	El indicador se refiere al número de especies que podrían ser afectadas, con énfasis en las catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas. En este caso únicamente se registró la presencia de manglar de las 4 especies que se desarrollan en el Caribe Mexicano.
	Procesos bióticos	Los procesos se evaluarán en el sentido de evaluar la afectación en las redes tróficas, sitios de refugio, alimentación y reproducción, así como conectividad o movilidad de especies.

Factor	Elemento indicador	Criterios que lo hacen relevante
Paisaje	Naturalidad.	Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.
	Calidad Paisajística	Está conformada por tres elementos de percepción: por las características intrínsecas del sitio, por la calidad visual y la calidad de fondo escénico.
	Fragilidad	La capacidad de resiliencia del paisaje.
Territorio, Servicios e infraestruc-tura	Compatibilidad ad de uso de suelo (Playa y zona marina)	Son las actividades que se desarrollan en el predio y sus colindancias, así como la política de uso, y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.
	Redes de Abastecimiento básico.	Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el abastecimiento y tratamiento del agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el proyecto, y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local (municipio).
	Congestión de tráfico	Se evalúa el tráfico en comparación con la densidad estimada existente actualmente y con la disponibilidad de caminos.
Economía	Nivel de empleo	Éste corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros.
	Cambio de valor de suelo	El valor del suelo dependiendo de la aptitud territorial y el tipo de actividad a realizar puede aumentar o verse degradado.
	Derrama económica	En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirecta, como son los ingresos a la administración o economía local, el nivel de consumo.

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

En las fichas siguientes se hace el análisis por factor ambiental señalado en la matriz, especificando el valor asignado a los criterios y el valor de importancia describiendo los impactos:

Factor evaluado: Atmósfera - calidad			
Indicador	**Calidad del aire (olores, gases y partículas)**	**Microclima (temperatura y humedad)**	**Nivel de ruido**
Acciones Impactantes	• Uso de vehículos marinos y terrestres.	• Reforestación barra de arena • Protección del manglar	• Labores de preparación y construcción.
Impacto ambiental	• Contaminación atmosférica	• Modificación del microclima por modificación de la vegetación.	• Modificación del nivel de ruido actual.
Atributos evaluados	**Valor asignado al impacto**		
Naturaleza	Negativo	Positivo	Negativo

Factor evaluado: Atmósfera - calidad			
Intensidad	Baja	Baja	Baja
Extensión	Puntual	Puntual	Puntual
Momento	Inmediato	Mediano Plazo	Inmediato
Persistencia	Fugaz	Permanente	Fugaz
Reversibilidad	Corto plazo	Medio plazo	Corto plazo
Sinergia	Sin sinergismo	Sin sinergismo	Sin sinergismo
Acumulación	Acumulativo	Acumulativo	Simple
Efecto	Indirecto	Directo	Indirecto
Periodicidad	Irregular	Continuo	Irregular
Recuperabilidad	Inmediata	Rec. inmediatamente	Rec. inmediatamente
Valor de Importancia	**Irrelevante -19**	**Moderado +27**	**Irrelevante -16**
Análisis Calidad del aire (olores, gases y partículas)	Se utilizarán vehículos y equipos de combustión a base de gasolina y diésel, los cuales generan gases GEF, esto implica un impacto a la atmósfera. Este impacto se considera fugaz, ya que únicamente se genera mientras los equipos están en funcionamiento lo cual sucederá en cuento se terminen las labores se deja de generar el impacto. Se considera acumulativo, ya que se suma al resto de los gases que se generan en el sistema ambiental regional.		
Microclima (temperatura y humedad)	El microclima en la playa, se considera que se verá favorecido por las acciones de reforestación, ya que la vegetación impide que el efecto albedo refleje el calor del suelo, es un impacto moderado, considerando que es permanente, pero es muy puntual.		
Ruido	El ruido que se genere por el uso de la maquinaria y equipos genera un ruido que es fugaz ya que únicamente se genera cuando se están realizando las actividades, no es acumulativo, no es permanente. Y se puede prevenir revisando que los equipos que se utilicen se encuentren en excelentes condiciones.		

Factor evaluado: Atmósfera Sumideros de carbono			
Indicador	**Captación /liberación de Carbono**		
Acciones Impactantes	• Se genera una playa de arena en lugar de materia orgánica en descomposición por la permanencia del sargazo.	• Reforestación de la duna costera y estabilización.	• Protección del manglar indirecta.
Impacto ambiental	• Incremento en la captura de CO_2 en el SA. (Los pastos y algas contribuyen a la disminución de CO_2 en la atmosfera).	• Incremento en la captura de CO_2 en el SA.	• Funciona como barrera física para la preservación del manglar del oleaje y de la erosión de la playa.
Atributos evaluados	**Valor asignado al impacto**		
Naturaleza	Positivo	Positivo	Positivo
Intensidad	Baja	Baja	Muy alta

Factor evaluado: Atmósfera Sumideros de carbono			
Extensión	Parcial	Parcial	Parcial
Momento	Mediano Plazo	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Muy sinérgico
Acumulación	Acumulativo	Acumulativo	Acumulativo
Efecto	Indirecto	Indirecto	Indirecto
Periodicidad	Continuo	Continuo	Continuo
Recuperabilidad	Mediano plazo	Mediano plazo	Mediano plazo
Valor de Importancia	**Moderado +27**	**Moderado +27**	**Relevante +52**
Análisis Se genera una laguna arrecifal artificial	Actualmente en la zona marina el agua se encuentra con sedimentos y muy turbia, color café, por la descomposición del sargazo que ha llegado desde el 2015. Al tener una playa que va a requerir mantenimiento se evitará que se acumule el sargazo teniéndola limpia. Por lo que se proyecta que el agua si bien no estará clara como antes del 2015, si permitirá un mayor desarrollo de especies como: pastos marinos, algas calcáreas y especies bentónicas. Los pastos se reconocen por su importancia como almacenes de carbono, sobre todo en las raíces por lo que al colocar los rompeolas se proyecta que exista un desarrollo de pasto, que abarque una mayor superficie a la actual, por lo que el impacto es positivo.		
Reforestación de la duna costera y estabilización.	La reforestación con vegetación de duna costera resulta positiva ya que, aunque representa vegetación rastrera, y es una superficie poco relevante a nivel del sistema ambiental regional, se suma a la vegetación del sistema que va en decremento y además es sinérgico al promover la conservación de la franja de manglar al evitar que este se siga degradando por la acelerada erosión de la playa.		
Protección del manglar	El manglar representa el almacén de carbono más eficiente de todos los ecosistemas terrestres y este CO2 acumulado se encuentra en mayor proporción en el suelo. Con las obras que se proponen para la Restitución de la Playa se está protegiendo el manglar y sobre todo su suelo, que, de ser alcanzado por la erosión, liberaría todo ese Carbono atrapado, aunado que generaría la eutrofización de la playa colindante, disminuyendo la superficie de la vegetación de manglar, y sus servicios ambientales. Por lo que la protección de esta franja de mangle es relevante.		

Factor evaluado: Suelo
El proyecto se desarrollará en la playa y zona marina, no se realizarán actividades tendientes a modificar o que de forma indirecta modifiquen las condiciones del sistema terrestre, por lo que los factores como suelo y agua no se verán modificados de ninguna forma. • Si bien, si se va a generar una mayor superficie y cantidad de suelo en la playa este impacto está contemplado en el factor playa, por lo que para no sobrevalorar los impactos positivos o negativos no se consideraron en el factor suelo.

- El suelo del manglar se ve favorecido con el proyecto al quedar protegido de la erosión que podría llegar a afectar la franja de manglar por el acelerado ritmo de la erosión o por la presencia de un evento meteorológico, en este sentido un mayor ancho de playa protegerá esta franja de manglar en el predio, tanto en su biodiversidad asociada como por sus servicios ambientales, entre los que destaca como sumidero de carbono azul.

Factor evaluado: Agua
No se identifican actividades impactantes hacia el factor agua, no existe el riesgo de contaminación o de generar algún impacto positivo o negativo hacia el agua que se encuentra subterránea o al lente de agua que se forma en temporada de lluvias.

Factor evaluado: Procesos marinos y costeros.				
Indicador	**Amplitud de la playa.**	**Perfil de playa.**	**Dinámica litoral.**	**Calidad del agua marina.**
Acciones Impactantes	Las 4 acciones modificaran la línea de costa para restituir parte de su amplitud. • Bombeo de arena • Dispersión de arena. • Conformación de una ligera duna. • Reforestación de la duna			
Impacto ambiental	• La amplitud de la playa aumentará y con el tiempo se estabilizará.	• El perfil de playa se modifica por el relleno y este cambiará en los primeros meses conformando una pendiente que llegará a estabilizarse con el tiempo y dependiendo las estaciones.	• La dinámica se modifica al disminuir la erosión y se espera que la vegetación aumente la deposición natural de arena.	• No existen impactos en la calidad del agua ya que la arena es de la misma playa.
Atributos evaluados	**Valor asignado al impacto**			
Naturaleza	Positivo	Positivo	Positivo	Negativo
Intensidad	Total	Muy alta	Muy alta	Baja
Extensión	Puntual	Extenso	Extenso	Puntual
Extensión	Inmediato	Inmediato	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Permanente	Permanente	Permanente	Fugaz
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Sin sinergismo	Sinérgico	Sinérgico	Sin sinergismo
Acumulación	Simple	Simple	Simple	Simple

Factor evaluado: Procesos marinos y costeros.				
Indicador	**Amplitud de la playa.**	**Perfil de playa.**	**Dinámica litoral.**	**Calidad del agua marina.**
Efecto	Directo	Directo	Directo	Indirecto
Periodicidad	Irregular	Periódico	Periódico	Irregular
Recuperabilidad	Mitigable	Inmediatamente	Inmediatamente	Inmediatamente
Valor de Importancia	**Relevante +58**	**Relevante +51**	**Relevante +51**	**Irrelevante -16**
Amplitud y perfil de la playa, perfil de playa y dinámica litoral.	El objetivo principal del proyecto es restituir parte de la amplitud de la playa y brindar estabilidad a la playa, de tal forma que se genere una nueva microdinámica de erosión acreción, de tal forma que el oleaje de condiciones normales no erosione la playa, y la arena se mantenga en el sitio. Considerando que se restaura la amplitud de la playa, el impacto es positivo, se considera que es sinérgico, ya que se conjugan los efectos de la playa inyectada, con la reforestación y la colocación de los rompeolas. Es un impacto permanente positivo, por lo que resulta de importancia relevante. La amplitud de la playa se restaurará recolocando arena por lo que no se alterará la calidad de agua marina. Únicamente en la etapa de la extracción e inyección se generará resuspensión de sedimentos, lo cual se mitigará usando cortinas de malla geotextil, lo que evitará la dispersión del sedimento más allá del sitio de trabajo. Las condiciones retornan a su normalidad en cuanto se dejan de realizar las acciones impactantes, por lo que resulta un impacto irrelevante. No sé generará modificaciones en las corrientes litorales, por lo que no representa una afectación en el acarreo o dinámica de las playas colindantes.			

Factor evaluado: Biodiversidad terrestre y marina				
Indicador	**Cobertura y diversidad barra de arena**	**Cobertura y diversidad marina**	**Cobertura y diversidad Manglar**	**Especies protegidas y en riesgo**
Acciones Impactantes	• Reforestación de la duna.	• Se genera una playa menos turbia.	• Protección del manglar por el andador y barra de arena.	• Se generará una sombra por el andador.
Impacto Ambiental	• Estabiliza la duna protegiendo la franja de mangle del predio. • Contribuye a la conservación del acervo genético de la vegetación halófita. • Contribuye a la conservación de vegetación de mangle especies catalogadas como amenazadas. • La sombra del andador y los pilotes atraerán especies bentónicas y peces.			
Atributos evaluados	**Valor asignado al impacto**			
Naturaleza	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Intensidad	Alta	Alta	Alta	Alta
Extensión	Puntual	Puntual	Extenso	Extenso
Momento	Mediano Plazo	Mediano Plazo	Mediano Plazo	Largo plazo
Persistencia	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente

Factor evaluado: Biodiversidad terrestre y marina				
Indicador	**Cobertura y diversidad barra de arena**	**Cobertura y diversidad marina**	**Cobertura y diversidad Manglar**	**Especies protegidas y en riesgo**
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Sinérgico	Sinérgico	Sinérgico	Muy sinérgico
Acumulación	Simple	Simple	Simple	Acumulativo
Efecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto
Periodicidad	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo
Recuperabilidad	inmediatamente	inmediatamente	Rec. inmediata	Rec. inmediata
Valor de Importancia	**Moderado +33**	**Moderado +30**	**Moderado +39**	**Moderado +40**
Cobertura y diversidad marina incluyendo el banco de arena.	Los mogotes de manglar se protegerán, al rodearlos de vegetación halófita. En la zona marina se ve favorecido por una playa más estable y donde se realizará la limpieza del sargazo recuperando la arena. Los organismos que pudieran encontrarse en estos sitios se rescataran para reubicarlos en la zona marina colindante al norte o para colocarlos sobre los rompeolas y promover su crecimiento, a fin de que no se vean estresados por las maniobras de conformación de los rompeolas y distribución de arena en la playa. No hay un impacto hacia alguna población o comunidad de flora o fauna en la playa o zona marina donde se realizarán las actividades.			
Cobertura y diversidad duna y matorral costero	La reforestación de la duna costera con ejemplares característicos de la vegetación halófita en las costas de Quintana Roo, es un impacto positivo, ya que además de ayudar a estabilizar la playa, promueve el crecimiento de especies nativas de un sistema que se encuentra muy disminuido en el SA, ya que se ha eliminado para promover el crecimiento de los desarrollos a orilla del mar. De la misma forma se espera que la cobertura de los pastos se extienda hacia la playa lo que contribuye a proteger la playa de la erosión.			
Cobertura y diversidad Manglar	El manglar dentro del predio será protegido de los embates del oleaje en caso de alguna tormenta, así como de la erosión que amenaza con seguir disminuyendo la superficie de cobertura, lo que resulta un impacto moderado al ser un impacto indirecto, es un impacto sinérgico y acumulativo, ya que se conservan las interacciones con los ecosistemas en el predio y conserva sus servicios ambientales.			
Especies protegidas y en riesgo	No se afectará ninguna población protegida, cómo se ha mencionado se protege el manglar y se espera favorecer a los pastos marinos reduciendo los sólidos suspendidos que ahora hacen que el agua luzca café.			

Factor evaluado: Procesos bióticos.			
Indicador	**Conectividad**	**Redes tróficas**	**Refugios y sitios de reproducción**
Acciones Impactantes	• Protección del manglar en el predio • Se generará una franja con vegetación de duna costera		
Impactos ambientales	• Genera protección a la franja de manglar y a la biodiversidad y funcionalidad ambiental asociada.		
Atributos evaluados	**Valor asignado al impacto**		
Naturaleza	Positivo	Positivo	Positivo

Intensidad	Alta	Alta	Alta
Extensión	Extenso	Extenso	Extenso
Momento	Largo plazo	Largo plazo	Inmediato
Persistencia	Permanente	Permanente	Permanente
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Muy sinérgico	Muy sinérgico	Sinérgico
Acumulación	Acumulativo	Acumulativo	Acumulativo
Efecto	Indirecto	Indirecto	Directo
Periodicidad	Continuo	Continuo	Continuo
Recuperabilidad	Rec. inmediatamente	Rec. inmediatamente	Rec. inmediatamente
Valor de Importancia	**Moderado +40**	**Moderado +40**	**Moderado +44**
Procesos bióticos	Se observa que se proyecta que la diversidad en la zona marina aumente, que empiecen a llegar especies que encuentran refugio y alimento bajo el andador, es común que los peces lleguen de forma inmediata al generarse sombra. Se propone llevar un monitoreo de la playa en la parte seca y húmeda para ver la sucesión de especies que vayan llegando al sitio.		

Factor evaluado: Paisaje		
Indicador	**Naturalidad y calidad paisajística Fragilidad**	
Acciones Impactantes	• Actividades de restitución de playa.	• Permanencia de la vegetación de duna en la playa
Impacto ambiental	• Genera un paisaje caótico con presencia de maquinaria, y equipos en la zona de playa.	• Una playa con vegetación. • Con un andador de materiales acordes al paisaje.
Naturaleza	Negativo	Positivo
Intensidad	Alta	Alta
Extensión	Puntual	Extenso
Momento	Inmediato	Inmediato
Persistencia	Fugaz	Permanente
Reversibilidad	Corto plazo	Corto plazo
Sinergia	Sin sinergismo	Sinérgico
Acumulación	Simple	Acumulativo
Efecto	Indirecto	Directo
Periodicidad	Irregular	Continuo
Recuperabilidad	Inmediatamente	Inmediatamente
Valor de Importancia	**Irrelevante - 25**	**Positivo +44**
Conformación de la duna y reforestación.	El paisaje se verá modificado negativamente mientras se realizan los trabajos, por la presencia de equipos, trabajadores, y un desorden aparente. Lo cual disminuye la naturalidad y calidad paisajística de forma momentánea. Se enriquece el paisaje de forma positiva Posteriormente al conformar la duna y reforestar, se genera un paisaje con mayor naturalidad, menos fragilidad y mayor resiliencia y calidad visual.	

Factor evaluado: Social
La generación de empleos es irrelevante, pero acumulativa a los empleos que se generan en el SA, se requerirá del servicio de profesionista y trabajadores especializados, como fueron los especialistas que realizaron los estudios, y serán la tripulación de las embarcaciones, los buzos, y los especialistas encargados del monitoreo de las condiciones de la playa y de la zona marina. Lo mismo la renta de equipos y vehículos, así como los materiales de construcción generan un impacto positivo a la región.

V.4 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos que serán permanentes tras las acciones de prevención y mitigación de impactos:

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Componente ambiental</th><th colspan="4">Operación o permanencia de la playa y rompeolas</th></tr>
<tr><th>Regenera parte de la barra de arena</th><th>Estabilización de duna costera</th><th>Protección del manglar en el predio.</th><th>Protección de Mogotes de manglar</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Atmosfera</td><td>Microclima (temperatura y humedad)</td><td></td><td colspan="3">La vegetación de la duna permanecerá protegiendo la franja de manglar, aunado a que la vegetación genera un microclima más agradable en la playa ya que el reflejo del calor disminuye de forma puntual. (Valor de importancia 27 positivo significativo)</td></tr>
<tr><td>Sumidero de carbono</td><td colspan="4">El mayor impacto benéfico a este respecto es la protección de la franja de manglar como un gran sumidero de gases efecto invernadero. (Valor de importancia 27 a 52 positivo muy significativo)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Playa y zona marina</td><td>Amplitud de la playa</td><td rowspan="2" colspan="2">Las condiciones y la dinámica de la playa se verán favorecidas al estabilizarse con la vegetación, el impacto se considera positivo ya que se va a restituir a su ancho original y la energía en la playa se disminuirá. (Valor de importancia 51 positivo muy significativo)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Dinámica Erosión – Acreción de la Playa</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Vegetación</td><td>Cobertura y diversidad duna y matorral costero</td><td colspan="4">Con la protección de la playa por los rompeolas se espera que la duna se estabiliza con ayuda de la vegetación que se espera sea permanente. (Valor de importancia 39 positivo significativo)</td></tr>
<tr><td>Cobertura y diversidad marina</td><td colspan="2">La biodiversidad marina se verá favorecida ya que, al generarse un sitio de refugio, alimentación y</td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Componente ambiental</th><th colspan="4">Operación o permanencia de la playa y rompeolas</th></tr>
<tr><th>Regenera parte de la barra de arena</th><th>Estabilización de duna costera</th><th>Protección del manglar en el predio.</th><th>Protección de Mogotes de manglar</th></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">reproducción en una zona marina con el agua menos turbia. (Valor de importancia 51 positivo muy significativo)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Especies protegidas (Manglar)</td><td colspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2">La franja de manglar quedará más protegida que como está ahora, con los rompeolas y amplitud de la playa, lo cual permite a la fauna asociada seguir habitando en el manglar. (Valor de importancia positivo muy significativo)</td></tr>
<tr><td>Fauna</td><td>Presencia y diversidad manglar colindante</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Procesos bióticos.</td><td>Presencia y diversidad marino</td><td colspan="4" rowspan="3">Ampliar la playa y reforestarla podrá permitir que permanezcan los procesos biótico del manglar al protegerlo de la erosión.
Reducir la turbidez del agua frente al predio también permitirá que la biota marina se distribuya en esta zona donde ya no se registraba presencia de ninguna especie.</td></tr>
<tr><td>Conectividad</td></tr>
<tr><td>Redes tróficas</td></tr>
<tr><td>Refugio y sitios de reproducción</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Paisaje</td><td>Naturalidad y calidad paisajística</td><td colspan="4">La playa lucirá con un paisaje más agradable, al tener una mayor amplitud y contar con vegetación.</td></tr>
<tr><td>Fragilidad</td><td colspan="2">La fragilidad de la playa disminuye al contar con protección por los rompeolas y por la conformación de la duna con vegetación.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Cambio valor del suelo</td><td colspan="4">El valor del predio es muy diferente con playa que, sin playa, los inversionistas buscan ofrecer playas turquesas, aunque estas cuenten con protecciones cómo es el caso de las playas en la microcelda.</td></tr>
</table>

A nivel ambiental el impacto es positivo, el impacto indirecto más significativo es la protección a las 9 hectáreas de manglar en el predio, asegurando que seguirá prestando los servicios ambientales que le son característicos en el sistema ambiental.

V.5 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se observa que los impactos negativos van de moderados a irrelevantes, ya que son de baja intensidad y son parciales, y temporales o fugaces, y la restitución de parte de la barra de arena y reforestar con vegetación característica de duna costera cuyo objeto es generar una playa más estable, los impactos son positivos para la dinámica costera, y se espera que sean permanentes, se observa que, al ser un proyecto de restauración, los impactos negativos son temporales y puntuales en la etapa de preparación y construcción.

El proyecto desde su planeación ha contemplado medidas de mitigación como es el uso de la malla geotextil para evitar la dispersión de sedimentos e la zona marina.

En el capítulo siguiente se mencionan las medidas de prevención y mitigación a implementar, por lo que el riesgo de generar contaminantes al ambiente es nulo, se tomaran todas las medidas necesarias desde la contratación de las embarcaciones y personal a realizar las labores.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

VI.1.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.

La construcción del andador y la restitución de parte de la barra de arena que se ha perdido por la erosión frente al predio Bahía del Carmen, puede ser considerado en sí mismo una medida de mitigación que pretende reducir la tendencia de erosión y deterioro que actualmente sufre el sitio. También es medida de prevención respecto al riesgo que tienen los árboles de mangle de ser derribados, debido a que actualmente son golpeados en sus raíces y sustrato por el oleaje marino.

El proyecto en sí mismo también es una medida de prevención, en la sección que corresponde al predio, ya que, de seguir el deterioro de la barra de arena, el agua podría llegar hasta la franja de manglar y ocurrir así una intrusión marina afectado al manglar y liberando la turba atrapada entre las raíces.

El proceso para proteger y rehabilitar la playa, requiere las actividades descritas en el capítulo 2, las cuales pueden llegar a producir los impactos ambientales identificados, ponderados y calificados (evaluados) en el capítulo V, para los cuales, se presentan las medidas de mitigación propuestas, a continuación se señala además la etapa del proyecto en que será aplicada cada medida y el elemento natural al que va dirigido a fin de evitar o reducir los impactos identificados, estas medidas preventivas se enumeran aunque muchas de ellas fueron previstas desde la planeación del proyecto.

De acuerdo con el Artículo 3º fracción XIII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, las medidas de prevención son; “conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Afectación a la Fauna que se pueda encontrar en el área de trabajo.

Medida preventiva.- Revisión del área de trabajo para verificar que no se encuentra fauna en el sitio, en caso de existir se ahuyentará o reubicará en una zona fuera de peligro en las playas colindantes.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Antes y durante la preparación del sitio y labores de construcción del andador, así como de la recolocación de la arena en la playa.

Indicador.- Área verificada previo a la colocación, fotografías que evidencien esta verificación y en su caso la reubicación de la fauna.

Factor Ambiental protegido.- Flora y fauna.

Medidas de éxito.- Cero afectación de la flora y fauna del sitio.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Se refiere a la posible afectación que pudiesen tener los mogotes de manglar por la colocación de arena alrededor de ellos.

Medida preventiva.-Verificación en el sitio al momento de distribuir la arena, cuidando que los trabajadores no dispersen arena en estas zonas.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Construcción

Indicador.- Verificación visual

Factor Ambiental protegido.- Vegetación.

Medidas de éxito.- Las condiciones de los mogotes de manglar.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Perdida de arena por erosión al no contar con vegetación que la pueda estabilizar

Medida preventiva.- Reforestación de la duna costera para estabilización de sedimentos con vegetación nativa.

Aplicación.- Construcción y operación

Indicador.- Verificar que se utilizan las especies señaladas.

Factor Ambiental protegido.- Vegetación

Etapa de obra en la que se aplicará, Etapa de Construcción y operación

Medidas de éxito.- Los m^2 de vegetación reforestada, monitoreo de la barra de arena.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Afectación de los organismos que pudieran encontrarse cercanos a la costa al momento de colocar la arena

Medida preventiva.- Colocación de cortinas de malla geotextil anti dispersante en los sitios que se reconoció en los estudios.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Etapa de construcción del andador y al momento de colocar la arena en el sitio

Indicador.- Se verificará de forma visual que la calidad del agua marina no se altere de forma por la resuspensión de sedimentos fuera del sitio de trabajo.

Factor Ambiental protegido.- Calidad del agua marina

Medidas de éxito.- Seguimiento de los sedimentos, que no se observen más allá de las áreas de trabajo.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Contaminación al aire, suelo y agua por el uso de maquinaria y equipos.

Medida preventiva.- Mantener orden y limpieza en la zona de trabajo

Etapa de obra en la que se aplicará.- Preparación y construcción

Indicador.- La maquinaria y los equipos tengan un sitio asignado en donde impacten menos el paisaje, las áreas estén libres de residuos existan sitios dedicados al acopio y retiro de residuos, se establecerá la señalética preventiva y restrictiva adecuada, colocación de botes separadores de residuos cerca de la playa.

Factor Ambiental protegido.- Paisaje, suelo.

Medidas de éxito.- Verificaciones y calificación obtenida por la supervisión interna indicando el área limpia y ordenada todo el tiempo.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- contaminación al aire, suelo y agua

Medida preventiva.- Los residuos sólidos se separarán en orgánicos e inorgánicos, se buscará su valorización y almacenarán de forma temporal en espera del vehículo recolector en contenedores con tapa.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Preparación y construcción

Indicador.- Se verificará que los contenedores estén dispuestos para la separación y de forma estratégica, en buen estado y con tapa para no generar malos olores y con adecuaciones para evitar que la fauna los saqueé y promuevan proliferación de la fauna feral y nociva

Factor Ambiental protegido.- Paisaje, suelo y agua

Medidas de éxito.- Existencia de botes separadores y con tapa suficientes y correctamente utilizados y verificados por la supervisión. La correcta disposición del 100% de los residuos generados en todas las etapas de la obra

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Contaminación del suelo y agua por derrames de hidrocarburos.

Medida preventiva.- Asegurar la estabilidad y mantenimiento de maquinarias, y equipos, con el fin de evitar accidentes que puedan generar contaminación al agua o al suelo.

Aplicación Construcción

Etapa de obra en la que se aplicará.- Verificar que las grúas, vehículos, maquinaria y cualquier equipo que se coloque en el sitio se encuentre seguro y no emita fluidos o solidos que puedan contaminar el agua o el suelo

Factor Ambiental protegido.- Paisaje, agua, suelo

Medidas de éxito.- El correcto mantenimiento de los equipos automotores.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Estrés a la fauna por presencia humana y ruidos

Medida preventiva.- Los trabajos se realizarán en un horario no mayor a 10 horas en el día, no se permitirán las acciones de construcción al oscurecer

Etapa de obra en la que se aplicará.- Preparación y construcción.

Indicador.- Se verificará que las labores sean diurnas.

Factor Ambiental protegido.- Confort sonoro Fauna y procesos bióticos

Medidas de éxito.- Verificar el inicio y fin de jornada en los horarios previstos.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido. Contaminación de suelo y agua

Medida preventiva No se permitirá que se arroje ningún tipo de residuo sólido o líquido directamente al suelo.

Etapa de obra en la que se aplicará, En todas las etapas del proyecto.

Indicador. Verificar que el personal haga uso de los contenedores en durante la obra y para la operación, así como las labores de mantenimiento.

Factor Ambiental protegido Calidad del suelo y agua.

Medidas de éxito-. Bitácora de verificación ambiental.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Contaminación del suelo y agua

Medida preventiva.- No se realizará ningún tipo de compostura de vehículos o equipos que requieran el uso de aceites y grasas dentro del área

Etapa de obra en la que se aplicará.- En todas las etapas del proyecto.

Indicador.- Verificar que no se almacenen equipos descompuestos en el sitio y que no se haga uso del suelo como taller, cualquier compostura mayor deberá realizarse fuera del área

Factor Ambiental protegido.- Calidad del suelo y agua.

M**edidas de éxito.-** Bitácora de verificación de supervisión ambiental

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- contaminación de suelo y agua por fecalismo a cielo abierto.

Medida preventiva.- Se dispondrá de sanitarios a razón de 1 por cada diez trabajadores en el sitio, promoviendo el uso eficiente de éstos.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Preparación y construcción.

Indicador.- Comprobantes de mantenimiento de sanitarios emitidos por una empresa autorizada.

Factor Ambiental protegido.- Calidad del aire, evitar fauna nociva

Medidas de éxito.- Verificar que los sanitarios se encuentren en buenas condiciones, limpios diariamente para evitar fugas, malos olores y proliferación de fauna nociva

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- contaminación del suelo y agua

Medida preventiva.- De observarse algún derrame de combustible, grasa o aceite, éste se limpiará de forma inmediata y se corregirá el origen que generó este hecho a fin de evitar la contaminación del suelo, la porción de suelo contaminada será levantada y contenida para ser entregada a la empresa especializada autorizada.

Aplicación.- Permanente.

Indicador.- Verificar que se levante el suelo contaminado y se almacene en un contenedor cerrado para ser trasladado por una empresa recolectora de este tipo de residuos

Factor Ambiental protegido.- Calidad del suelo y agua

Medidas de éxito.- Primero evitar derrames, y si existe limpiar el área completamente.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- afectación por fauna exótica

Medida preventiva No introducir especies exóticas que puedan liberarse en el área.

Aplicación Permanente

Indicador.- Durante la etapa de preparación y construcción se verificará que los trabajadores no ingresen fauna ni flora de ningún tipo al área.

Factor Ambiental protegido Fauna

M**edidas de éxito.-** Pláticas de concientización a trabajadores, reglamento de construcción

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- Afectación a flora y fauna

Medida preventiva.- Prohibir en todas las etapas del desarrollo la captura, caza, pesca o afectación de cualquier elemento de fauna o flora, se colocará un letrero en el andador de prohibido pescar.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Permanente

Indicador.- Se verificará que los trabajadores no capturen o cacen dentro del área

Factor Ambiental protegido.- Fauna

Medidas de éxito.- Pláticas de concientización a trabajadores, reglamento de construcción

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido. Incumplimiento de normatividad

Medida preventiva. Verificación permanente de medidas preventivas por parte de la supervisión ambiental interna, cuando se detecté alguna anomalía o incumplimiento se procederá a su corrección inmediata.

Etapa de obra en la que se aplicará, Permanente

Indicador. Se propone la entrega de informes anuales.

Factor Ambiental protegido Sistema ambiental

Medidas de éxito.- verificaciones realizadas por la supervisión.

MEDIDA DE PREVENCIÓN

Impacto ambiental al que va dirigido.- contaminación del aire.

Medida preventiva.- Verificar que la maquinaria se encuentre en buen estado para evitar que emita más humos o ruidos ostensibles fuera de los normales de operación.

Etapa de obra en la que se aplicará.- Permanente desde la preparación y operación, hasta la finalización del proyecto

Indicador.- Verificará de forma visual que la emisión de humos sea normal, verificar que la maquinaria y los equipos que participen en el proyecto tengan mantenimiento preventivo

Factor Ambiental protegido.- Atmosfera; Calidad del aire, Confort sonoro.

Medidas de éxito.- verificación ambiental positiva en bitácora.

Otras medidas:

1. Al concluir la jornada de trabajo la playa se dejará libre de equipos y herramientas.
2. Al concluir la construcción del andador se verificará que el área quede limpia y sin residuos de materiales tanto la zona terrestre como marina.
3. La playa se mantendrá limpia de residuos y de sargazo en la medida de lo humanamente posible.
4. Las medidas listadas se ejecutarán en las labores de mantenimiento del andador y de la barra de arena.

VI.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Objetivos y alcances

Los objetivos para el programa son:

1. Vigilar y promover el cumplimiento de la normatividad que le aplica al proyecto en cada una de sus etapas en el sentido de la conservación y protección permanente de los factores bióticos y abióticos del sitio
2. Integrar las actividades del proyecto al sitio natural de la manera menos impactante posible, mediante la incorporación de las medidas de prevención, mitigación y compensación durante la ejecución del proyecto, así como del seguimiento y coordinación ambiental que promuevan la mejora continua.

Estrategias:

Para lograr los objetivos propuestos, se propone la asignación de un profesional con capacidad técnica suficiente, para establecer criterios, vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas y que en su momento sean aprobadas por la autoridad, este profesional activara las siguientes estrategias:

1. Educación Ambiental, que consistirá en una plática inicial para todo aquel colaborador que se integre al proyecto, mediante el cual le informará sensibilizara e indicara las acciones y actitudes que deberá realizar respecto a los elementos naturales. Dentro de este rubro se incluye el orientar a los trabajadores durante las actividades en todas las etapas del proyecto.
2. Planificar, solicitar y vigilar la colocación de infraestructura para evitar derrames, así como para acopio y separación de residuos, señalética en materia ambiental, y los insumos que se necesiten para promover la conservación y protección ambiental.
3. Vigilar periódicamente las actividades para detectar actividades o actitudes peligrosas para la naturaleza y corregirla en el momento.
4. Proporcionar información, criterios y datos en campo y en la toma de decisiones dedicados a la conservación y protección de la naturaleza.
5. Supervisar con antelación a las actividades de preparación del sitio, en el área de proyecto, para determinar si existe algún organismo al cual translocar, o indicar alguna actividad preventiva.
6. Elaborar informes periódicos para mantener la comunicación entre los participantes del proyecto, y en caso de solicitarlo la autoridad.
7. El programa de vigilancia se encontrará respaldado por el promovente, así como todos los contratistas, por lo que estos deberán informar de forma calendarizada y con la antelación razonable las actividades que se llevarán a cabo semanalmente para que el supervisor ambiental pueda programar sus actividades.
8. El promovente por el mismo o por terceros mantendrá al tanto al programa de vigilancia ambiental, de las actividades y resultados de cada uno de los programas de seguimiento planteados, tales como

    A. Programa de obra.

B. Programa de Monitoreo de la biota en la laguna arrecifal artificial y profundidad del arenal

C. Recate y translocación de elementos bióticos que puedan estar en riego por las obras o actividades del proyecto.

D. Cuidado y monitoreo de los mogotes de mangle,

E. Reforestación para estabilización de sedimentos con vegetación nativa.

F. Perfiles de playa

G. Derrames y contingencias, así como sus soluciones.

Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento y control ambiental en el proyecto, tendrá como estrategia, la supervisión periódica y continua en los aspectos generales, tales como el manejo de residuos, la educación y sensibilización ambiental, y la vigilancia en las actividades y actitudes, hacia la naturaleza.

Se propone el seguimiento de los siguientes puntos:

1. Perfiles de playa, mediante los cuales se establecerá como evolucionarán los perfiles de playa, antes durante y después de la restitución y que servirá para dar atención a cualquier desviación de los resultados esperados. Cada 3 meses el primer año.
2. Evaluación de la integridad de las estructuras del andador cada año por el tiempo de vida autorizado.
3. Evaluación periódica de flora y fauna en la zona bajo el andador y en la barra de arena (Cada 6 meses el primer año)
4. Registro de eventos inesperados por la presencia del andador y de la barra de arena.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En un escenario sin proyecto se esperaría que la playa siga perdiendo arena dejando expuestas cada vez en mayor amplitud las raíces de los árboles de los mogotes de mangle, hasta derribarlos. Que la playa se siga erosionando hasta llegar a la franja de mangle, liberando la turba que se encuentra atrapada entre sus raíces, lo que afectaría aún más la turbidez del agua marina frente al predio.

Y provocando la perdida de ejemplares de mangle, con la presencia de un evento meteorológico de baja magnitud, como un norte, alguna tormenta tropical, un temporal pueden llegar a ser afectados, con ello se disminuiría la amplitud de la playa y en las temporadas de marea alta o de oleajes extraordinarios la playa se continúe perdiendo y afectaría progresivamente el predio, debido a eventos acumulativos como marejadas, erosión continuada, arribazón masiva de sargazo, incluso se observa la posibilidad que la marejada ingrese a terrenos con menor altitud en la zona de manglar y pueda deslavar este, haciendo de forma desastrosa una marisma, que significaría grandes pérdidas para los propietarios del lote y las zonas colindantes, además de afectar significativamente la imagen del destino para la inversión.

VII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

El escenario que se espera en la zona con la autorización del proyecto:

1. La protección de la playa y el manglar al evitar que las personas sigan caminando por lo que queda de arena.
2. La reducción del proceso erosivo en el sitio, debido a que la protección que ofrece la barra de arena reforestada.
3. La playa conformada mediante el abundamiento de la arena, se espera que al principio exista una pequeña erosión por el reacomodo de esta a lo largo del frente de playa y tenga ciclos más armónicos de erosión y acreción de acuerdo con las temporadas del año
4. El mantenimiento de la barra de arena, con el mismo material natural, es decir la misma arena con similares características que se desplaza en todo el litoral se moverá de forma estacional desde la playa seca (zona supralitoral), hacia la playa sumergida (zona infralitoral) con ello se producen las condiciones para que la playa tenga un equilibrio dinámico y se tenga certeza de la ubicación de cada zona.
5. La existencia de una barra arenosa estable propicia que los mogotes de mangle que actualmente son golpeados por el oleaje sean protegidos y sigan siendo parte de la vegetación que evita la erosión de la playa.
6. La estabilidad de la playa emergida permite que continúen las actividades productivas, que generan empleos y divisas, y se complementa de forma adecuada la infraestructura del proyecto ya autorizado en el predio.

7. La vegetación reforestada en la playa emergida, ayuda a la estabilización de los sedimentos, formando una base firme, tal como ocurre en el medio natural, lo cual le da mayor estabilidad a la playa.

VII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN.

Como ya se comentó, este proyecto en sí mismo, debe considerarse una medida de mitigación y prevención para el proceso de erosión acelerado que se vive en gran parte del SA, por lo tanto parte de sus componentes de diseño van ligados con medidas que pueden ser compensatorias, tales como la restitución de la arena que se ha perdido con el tiempo, la plantación de vegetación nativa en la barra arenosa forma parte integral del proyecto y también es una medida que mitiga la perdida de la vegetación en el sitio.

Con las medidas de prevención y mitigación antes listadas, el proyecto no genera impactos al suelo, subsuelo o zona marina.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 BIBLIOGRAFÍA.

Acuña, A. P. (2012). Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Quintana Roo, México.

Arrecifes Saludables. (2018). Obtenido de www.healthyreefs.org: http://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2012/12/2018-MAR-Report-Card-Web.pdf

Bailard, J. A. 1984. "A Simplified Model for Longshore Sediment Transport," Proceedings, 19th International Coastal Engineering Conference, American Society of Civil Engineers, New York, pp 1454-1470.

CICESE. (2013). Predictor de mareas MAR V. Ensenada, Baja California: http://predmar.cicese.mx/calendarios/.

Cerdeira-Estrada, S., M.I. Martínez-Clorio, L.O. Rosique-De La Cruz, M. Kolb, A.M. Gonzales-Posada, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, J.R. Garza-Pérez, L. Alvarez-Filip, M.I. Cruz-López, R. Ressl, (28/06/2018). 'Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018', escala: 1:8000. edición: 2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/covertv2gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no

Charlier, R.G. and DE MEYER, C.P. Coastal zone management. Coastal erosion response and management. Charlier, R.G. and De Meyer, C.P. Berlin: Springer, 1998, pp. 6-18c

Maximiliano-Cordova, C.; Silva, R.; Mendoza, E.; Chávez, V. Y Martínez, M. L. Ingeniería ecológicamente mejorada para incrementar la resistencia de dunas costeras contra la erosión por oleaje. 3055-1-8257-1-10-20240517.pdf

de Almeida, L. R., Silva, R., & Martínez, M. L. (2022). The relationships between environmental conditions and parallel ecosystems on the coastal dunes of the Mexican Caribbean. Geomorphology, 397, 108006.https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X21004141

del Valle, R., Medina, R., and Losada, M. A. 1993. "Dependence of Coefficient K on Grain Size," Technical Note No. 3062, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, Vol 119, No. 5, September/ October, pp 568-574.

Douglas L. Inman (2003) “Littoral Cells”. Reprint from Encyclopedia of Coastal Science (M. Schwartz, editor). CICESE. (2013). Predictor de mareas MAR V. Ensenada, Baja California: http://predmar.cicese.mx/calendarios/.

Francingues, N. R., and Palermo, M. R. (2005). “Silt curtains as a dredging project management practice,” DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E21). U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Gerald A. Meehl, Warren M. Washington, William D. Collins, Julie M. Arblaster, Aixue Hu, Lawrence E. Buja, Warren G. Strand and Haiyan Teng, 2005. “How Much More Global Warming and Sea Level Rise?”, SCIENCE Vol. 307.

Guido Aldana, P., Ramírez Camperos, A., Godinez Orta, L., Cruz León, S., & Juárez León, A. (2009). Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1929/OT_141.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guimarais, M., Zúñiga-Ríos, A., Cruz-Ramírez, C. J., Chávez, V., Odériz, I., Van Tussenbroek, B. I., & Silva, R. (2021). The conservational state of coastal ecosystems on the mexican caribbean coast: Environmental guidelines for their management. Sustainability, 13(5), 2738. https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2738

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos

Jensen, R. E. (1983). "Methodology for the Calculation of a Shallow-Water Wave Climate,". WIS Report 8, US Army Engineer Waterways Experiment Station.

López, E. Estudio geológico de la Península de Yucatán. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. Vol. 25, núm. 1-3, 1973, pp. 22-72.

Macdonel Martínez, M., Julio Pindter Vega, Luis Herrejón, Juan Pizá, Héctor López, 1999, "Ingeniería Marítima y Portuaria", Alfaomega, México

Mann, M., & Emanuel, K. (2006). Atlantic hurricane trends linked to climate change. EOS. Transactions, American Geophysical Union, 233-244.

Martell-Dubois, R. (2013). Hidrodinamica litroal y evolucion morfologica en playas con aporte sedimentario escaso. Ciudad de Mexico: UNAM.

Meehl Gerald A., W. W. (2005). How mucho global warming and sea level rise? science, vol. 307.

Mendoza-González G., Zepeda-Centeno C., Francisco V., Hernández-Mendoza V., Hoil D., Secaira F., Aguirre-Fierro J, C., Rioja-Nieto R. 2022. Manual para la restauración de dunas costeras de la Península de Yucatán. ENES-Mérida. p. 139.

Meza-Padilla, J. (2015). Estimación de marea de tormenta y oleaje inducido por ciclones tropicales en mares mexicanes. Yucatán, México: Laboratorio de ingeniería y procesos costeros. Unidad Sisal, Yucatán.

NOAA. (2010). Wave Wacth III. http://csc-s-mapsq.csc.noaa.gov/hurricanes/viewer.html, accesada el 7/jul/10.

Nolasco-Montero, E., & Carranza-Edwards, A. (1988). Estudio sedimentológico regional de playas de Yucatán y Quintana Roo, México. In Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México (Vol. 15, pp. 49-66).

Odériz, I., Mendoza, E., Leo, C., Santoyo, G., Silva, R., Martínez, R., Grey, E.& López, R. (2014). An alternative solution to erosion problems at Punta Bete-Punta Maroma, Quintana Roo, Mexico: Conciliating tourism and nature. Journal of Coastal Research, (71 (10071)), 75-85.https://www.researchgate.net/publication/268213759

Phillips, O.M. 1977, "The dynamics of upper ocean", 2nd. Edición, Cambridge University

Reeve, Chadwick, Fleming, 2004, "Coastal Engineering, Processes. Theory and Design Practice", Spon Press, Oxon, UK

Robert Nicholls and Anny Cazenave, 2010. "Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones", SCIENCE Vol. 328.

Ruiz-Martínez, G., Silva-Casarín, R., & Posada-Vanegas, G. (2013). Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México. Tecnología y ciencias del agua, 4(3), 47-65.http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/365/325

Silva Casarin, R., I. Mariño Tapia, C. Enriquez Ortiz, E. Mendoza Baldwin, E. Escalante Mancera y F. Ruiz Rentería (2006), "Monitoring Shoreline Changes at Cancun Beach Mexico; Effects of Hurricane Wilma"

Stewart, R. H. (2004). Introduction to physical oceanography. Texas.

Vatvani, D. (2012). Storm surge and wave simulations in the Gulf of Mexico using a consistent drag relation for atmospheric and storm surge models. Natural and hazards and earth system sciences.Elliff, C. I., & Silva, I. R. (2017). Coral reefs as the first line of defense: Shoreline protection in face of climate change. Marine environmental research, 127, 148-154.https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.03.007

Walton, T. L. 1980. "Littoral Sand Transport from Longshore Currents," Technical Note, Journal of the Waterway, Port, Coastal, and Ocean Division, American Society of Civil Engineers, Vol 106, No. WW4, November, pp 483-487.

WaveWatch III de la NOAA: http://csc-s-maps-q.csc.noaa.gov/hurricanes/viewer.html, accesada el 7/jul/10

Página para la predicción de mareas del CICESE: http://predmar.cicese.mx/calendarios/.

VIII.2 ANEXOS

ANEXO 1. ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO DEL PREDIO (DIGITAL)

ANEXO 2. PLANOS IMPRESOS Y DIGITAL

ANEXO 3. KML DEL ANDADOR

ANEXO 4. CONCESIÓN DE LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE VIGENTE.

ANEXO 5. AMPLIACIÓN DE PLAZO DEL PROYECTO AUTORIZADO EN EL PREDIO COLINDANTE A LA PLAYA BAHÍA DEL CARMEN.

ANEXO 6. ESTUDIO QUE DEMUESTRA QUE LA REFORESTACIÓN DE LA DUNA AYUDA A RETENER LA ARENA. INGENIERÍA ECOLÓGICAMENTE MEJORADA PARA INCREMENTAR LA RESISTENCIA DE DUNAS COSTERAS CONTRA LA EROSIÓN POR OLEAJE. (DIGITAL)

ANEXO 7. MANUAL PARA LA RESTAURACIÓN DE DUNAS COSTERAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. (DIGITAL)