

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

CAPÍTULO I

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

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.	3
1.1. CLAVE DEL PROYECTO:	3
1.2. NOMBRE DEL PROYECTO: Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas.	3
1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.	3
1.3.1. Sector:	3
1.3.2. Subsector:	3
1.3.3. Tipo de proyecto:	3
1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD: No se requiere.	3
1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO:	3
1.5.1. Entidad federativa:	3
1.5.2. Municipio o delegación:	3
1.5.3. Localidad:	3
1.5.4. Coordenadas geográficas:	3
1.6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.	10
1.7. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO:	16
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:	16
2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	16
2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):	16
PTP070426NN5	16
2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:	16
2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:	16
2.5. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL:	16
2.6. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES:	16
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA:	17
3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	17
3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP:	17
3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO:	17

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. **CLAVE DEL PROYECTO:**

1.2. **NOMBRE DEL PROYECTO:** Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas.

1.3. **DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.**

1.3.1. **Sector:** Terciario

1.3.2. **Subsector:** Turismo

1.3.3. **Tipo de proyecto:** Rehabilitación de zona costera.

1.4. **ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD:** No se requiere.

1.5. **UBICACIÓN DEL PROYECTO:**

La “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina del predio El Pirata ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

Asimismo, se hará uso de un banco de arena ubicado a 12.60 km de dicho predio, en la zona marina al noreste del predio mencionado.

La empresa Promotora Turística Punta Bete, S.A.P.I. de C.V. tiene los derechos fiduciarios del predio El Pirata donde está operando el Hotel Grand Velas y Casa Velas, como se hace constar en la

(Anexo 1).

Este instrumento proviene de la

(Anexo 2).

1.5.1. **Entidad federativa:** Quintana Roo.

1.5.2. **Municipio o delegación:** Solidaridad

1.5.3. **Localidad:** Solidaridad

1.5.4. **Coordenadas geográficas:**

Para el proyecto, solo se utilizará la franja costera del Predio el Pirata donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2047/07 de fecha 28 de agosto de 2007.

El proyecto que se propone comprende un área de influencia directa (ZID), indirecta (ZII) y el Sistema Ambiental Regional (SAR), entendiendo como cada una lo siguiente de acuerdo con Juárez *et al.* (2006):

La *zona de influencia directa (ZID)* puede ser conceptualizada como aquella superficie en la que un proyecto genera impactos ambientales de tipo directos (p. ej. áreas de desplante y construcción de los arrecifes artificiales y relleno de playa, áreas donde se vierten residuos sólidos y líquidos, áreas donde se presentan contingencias ambientales, entre otras).

La *zona de influencia indirecta (ZII)* puede entenderse como la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos aledaños y viceversa. En este caso corresponde al área más cercana a la ZID y definida en función de los recursos biológicos e hidrográficos principales.

Estas áreas se encuentra dentro del *Sistema Ambiental Regional (SAR)*, que corresponde a la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos y viceversa (instalación acumulativa de arrecifes artificiales, ocupación puntual de ambientes en el fondo marino varios proyectos, modificación de los procesos por efecto de varios proyectos, entre otros).

La ZII se definió con una superficie total de 133.49 Ha, que incluye una superficie de 1.46 ha de porción terrestre y de 132.03 ha de área marina, además se extraerá arena de un banco marino con una superficie de 38.90 ha ubicado en el SAR.

En la siguiente imagen se muestran estas tres áreas (Figura 1).

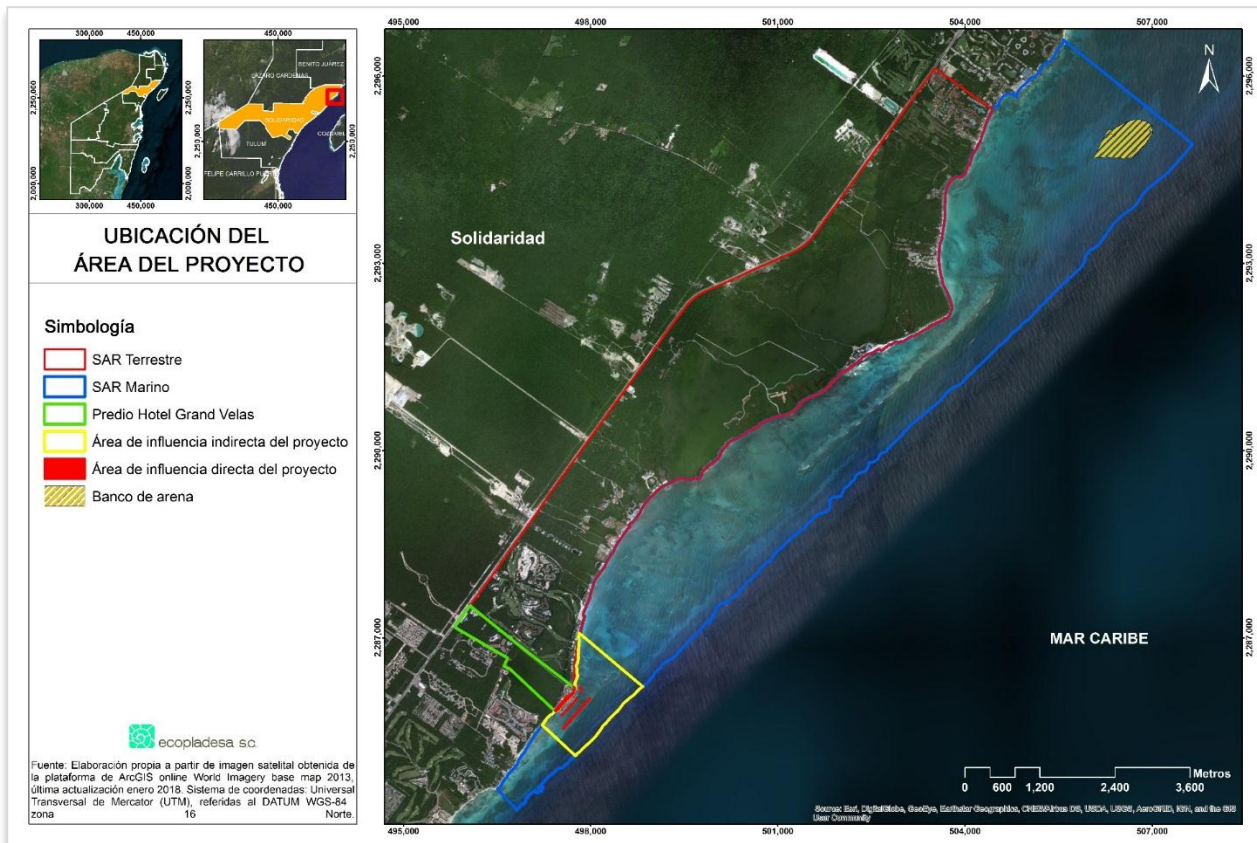


Figura 1. Localización regional y local del proyecto. El proyecto se establecerá en la franja costera marina del predio el Pirata del Hotel Grand Velas y Casa Velas, ubicado a la altura del kilómetro 62 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria - Puerto Juárez.

Las coordenadas que limitan el polígono del área de influencia indirecta de las obras y actividades propuestas y del banco de arena se presentan en las Figuras 2a y 2b. Las coordenadas de las obras se presentan en el Capítulo 2 de la presente MIA-R.

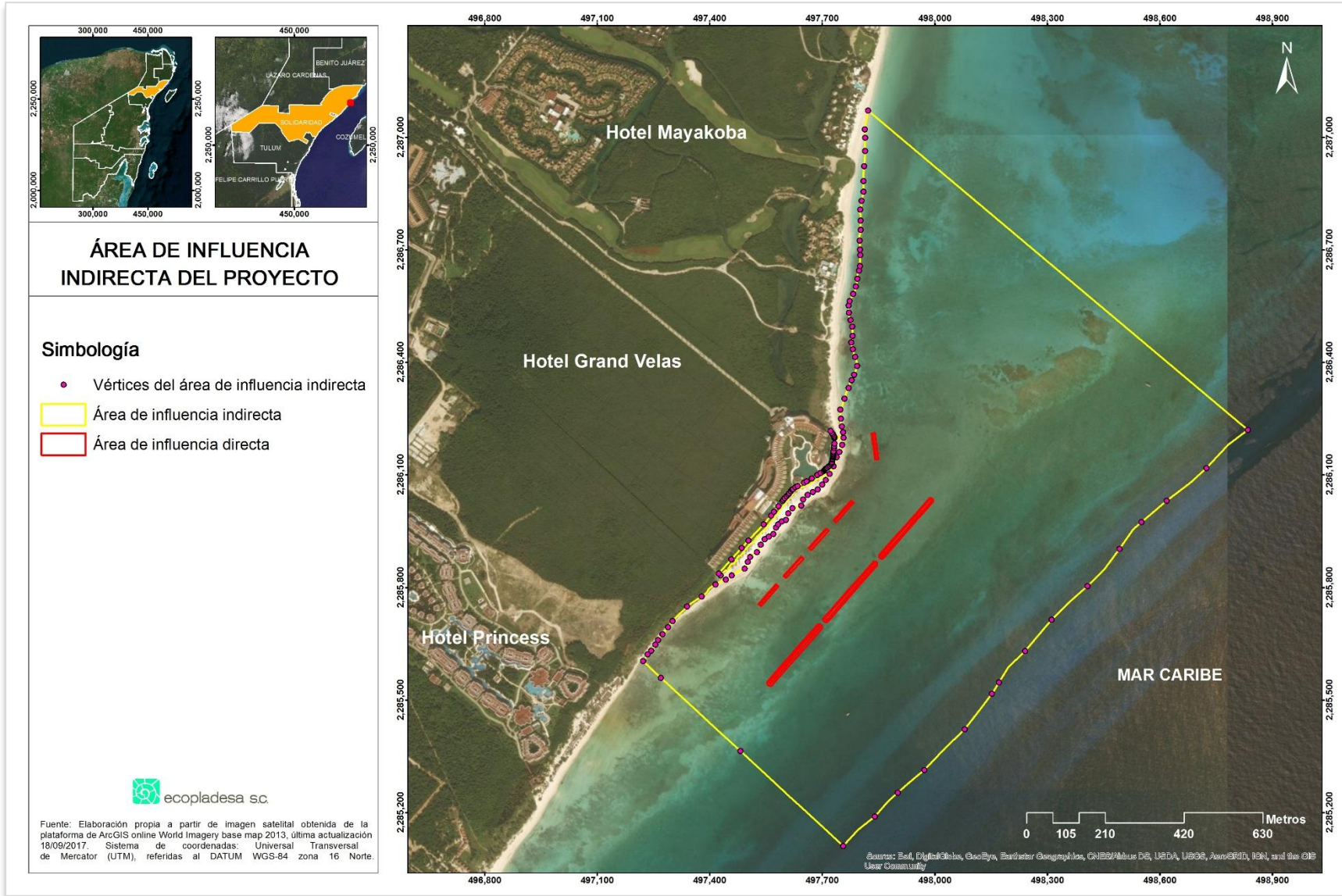


Figura 2a. Se muestran las coordenadas geográficas de los vértices del área de influencia indirecta en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

Cuadro 1. Se presentan las coordenadas del área de influencia indirecta.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	497,730.11	2,286,123.24	48	498,406.98	2,285,804.37
2	497,738.51	2,286,147.62	49	498,311.49	2,285,714.57
3	497,745.45	2,286,161.91	50	498,241.02	2,285,630.46
4	497,753.41	2,286,180.55	51	498,170.96	2,285,546.77
5	497,756.47	2,286,199.86	52	498,151.97	2,285,516.97
6	497,756.06	2,286,214.14	53	498,079.60	2,285,422.44
7	497,752.39	2,286,229.65	54	497,971.61	2,285,313.31
8	497,749.53	2,286,250.46	55	497,901.36	2,285,253.47
9	497,748.31	2,286,274.13	56	497,839.76	2,285,189.41
10	497,759.32	2,286,303.92	57	497,755.89	2,285,110.97
11	497,770.34	2,286,332.48	58	497,481.31	2,285,364.37
12	497,777.69	2,286,352.48	59	497,269.90	2,285,559.48
13	497,785.24	2,286,367.58	60	497,222.07	2,285,603.62
14	497,792.58	2,286,390.84	61	497,234.54	2,285,622.43
15	497,787.69	2,286,415.32	62	497,243.93	2,285,631.82
16	497,781.16	2,286,435.73	63	497,254.94	2,285,647.73
17	497,777.48	2,286,454.09	64	497,261.88	2,285,660.38
18	497,780.34	2,286,470.82	65	497,273.72	2,285,675.48
19	497,780.14	2,286,496.12	66	497,288.41	2,285,694.25
20	497,775.24	2,286,513.26	67	497,300.24	2,285,710.58
21	497,771.57	2,286,532.68	68	497,339.42	2,285,749.75
22	497,769.93	2,286,551.62	69	497,378.18	2,285,776.28
23	497,772.79	2,286,564.27	70	497,414.87	2,285,808.62
24	497,782.67	2,286,583.02	71	497,442.66	2,285,821.16
25	497,788.91	2,286,602.63	72	497,458.78	2,285,832.59
26	497,793.40	2,286,623.44	73	497,492.65	2,285,850.14

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
27	497,797.43	2,286,645.17	74	497,501.09	2,285,868.60
28	497,800.34	2,286,656.90	75	497,507.75	2,285,881.56
29	497,801.36	2,286,686.28	76	497,525.18	2,285,894.86
30	497,800.54	2,286,701.38	77	497,535.90	2,285,914.61
31	497,799.32	2,286,725.05	78	497,546.11	2,285,929.30
32	497,801.76	2,286,753.21	79	497,557.32	2,285,935.85
33	497,802.17	2,286,778.92	80	497,569.57	2,285,942.36
34	497,801.56	2,286,807.89	81	497,576.54	2,285,959.95
35	497,804.61	2,286,831.17	82	497,582.15	2,285,968.24
36	497,809.71	2,286,855.40	83	497,591.61	2,285,976.23
37	497,809.71	2,286,883.46	84	497,603.03	2,285,980.72
38	497,811.62	2,286,922.99	85	497,609.56	2,285,997.86
39	497,814.17	2,286,963.80	86	497,620.58	2,286,011.74
40	497,814.17	2,286,999.51	87	497,644.00	2,286,018.56
41	497,813.21	2,287,021.72	88	497,649.14	2,286,035.00
42	497,821.72	2,287,071.48	89	497,660.98	2,286,047.24
43	498,834.38	2,286,220.41	90	497,674.85	2,286,054.99
44	498,724.12	2,286,118.11	91	497,687.50	2,286,061.52
45	498,618.40	2,286,031.72	92	497,699.34	2,286,074.58
46	498,551.41	2,285,974.25	93	497,708.72	2,286,086.41
47	498,492.23	2,285,903.27	94	497,719.33	2,286,102.74

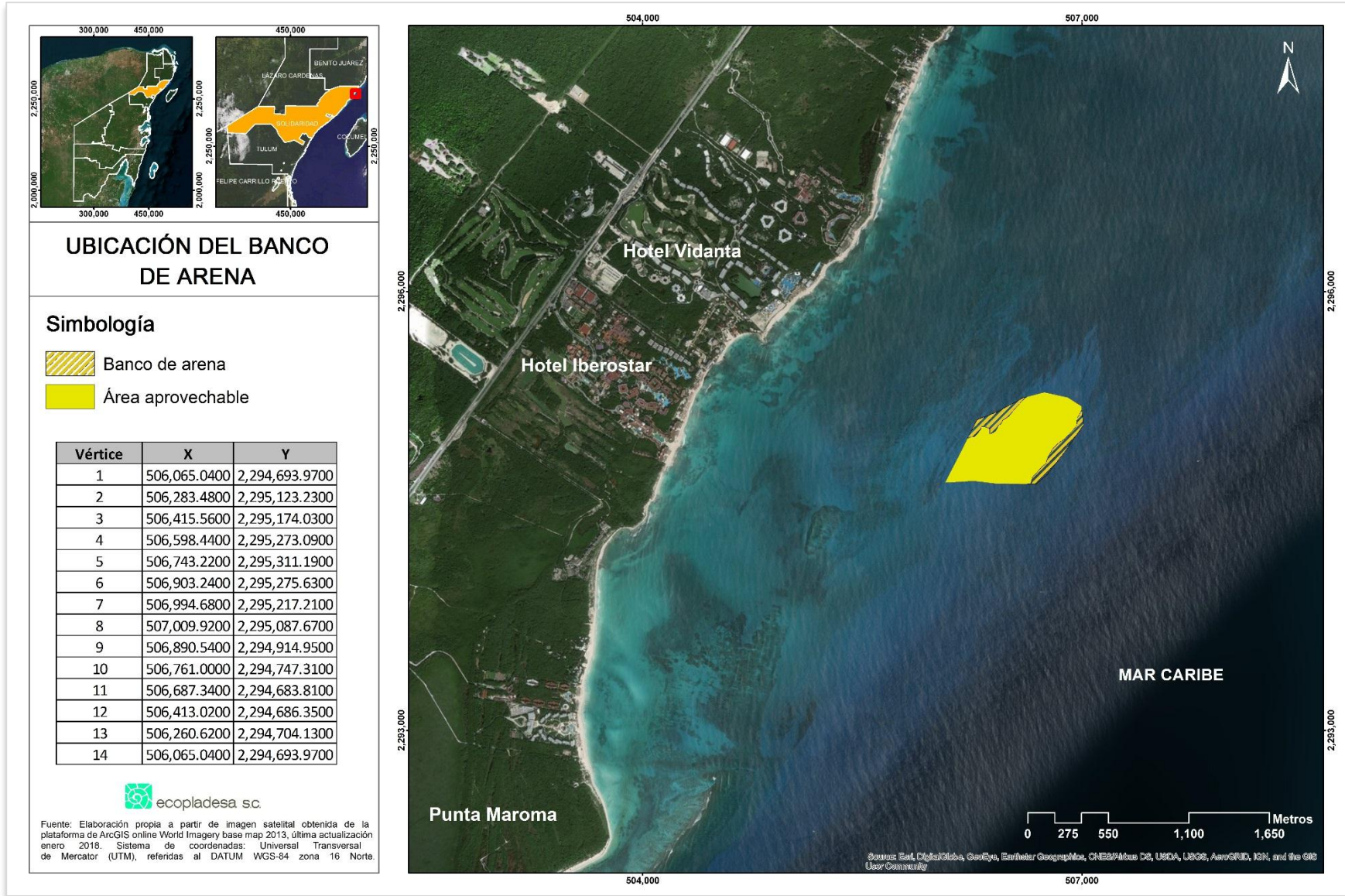


Figura 2b. Se presentan las coordenadas del banco marino en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

Cabe señalar que este proyecto de “Rehabilitación de playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas” se propone en consecuencia a los impactos erosivos severos que están impactando el área del frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas, en el cual se implementó un proyecto previo de recuperación de playa en el año 2009 (autorizado como “Restauración de la Línea de Costa Punta Bete” mediante oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/2429/08 de fecha 8 de agosto de 2008-Anexo 3), y tras el cual la playa se recuperó de acuerdo a lo previsto hasta el 2015, año que marca un aumento severo en la erosión de las playas a nivel del SAR, y por consiguiente se valoró la modificación del proyecto para que la playa recuperada se mantenga y se estabilice. Razón por la cual, y tras los estudios técnicos necesarios se realiza la propuesta del presente proyecto, con el objetivo recuperar la playa perdida y estabilizarla, y su vez se suma a los impactos acumulativos positivos de otros proyectos previamente autorizados a desarrollarse en el SAR con los mismos fines.

1.6. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

a) Descripción de las obras y actividades:

El proyecto “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman una estrategia integral de recuperación de playa con otros proyectos autorizados a nivel del SAR, dado que dicha playa se ha estado perdiendo por las condiciones ambientales que prevalecen en el área. Con las obras y actividades que se proponen se coadyuvará con la permanencia de los recursos naturales existentes y que estos sigan brindando los servicios ambientales que proveen. En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y el trasplante de corales.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la etapa de construcción, y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
3. Relleno de playa durante la etapa de construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes.

b) Dimensiones del proyecto

El proyecto contempla la construcción y colocación de tres arrecifes artificiales, realizar la extracción de arena de un banco, su transporte al sitio del proyecto y el relleno de playa, así como la modificación de las protecciones de bolsacreto existentes. En el siguiente cuadro se presenta la superficie que ocupará cada una de las obras y la superficie del banco de donde se extraerá arena (Figura 3).

Cuadro 2. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras y del área de extracción.

Obras	Superficie (m ²)	Ha
Obras		
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.91
Modificación de protecciones de bolsacreto	1,050.00	0.10
Relleno de playa	22,053.93	2.21
Subtotal	32,213.64	3.22
Protecciones de bolsacreto existentes	2,100.00	0.21
Subtotal	2,100.00	0.21
Superficie de extracción		
Banco de arena	389,018.57	38.90
Subtotal	389,018.57	38.90
TOTAL	423,332.20	42.33

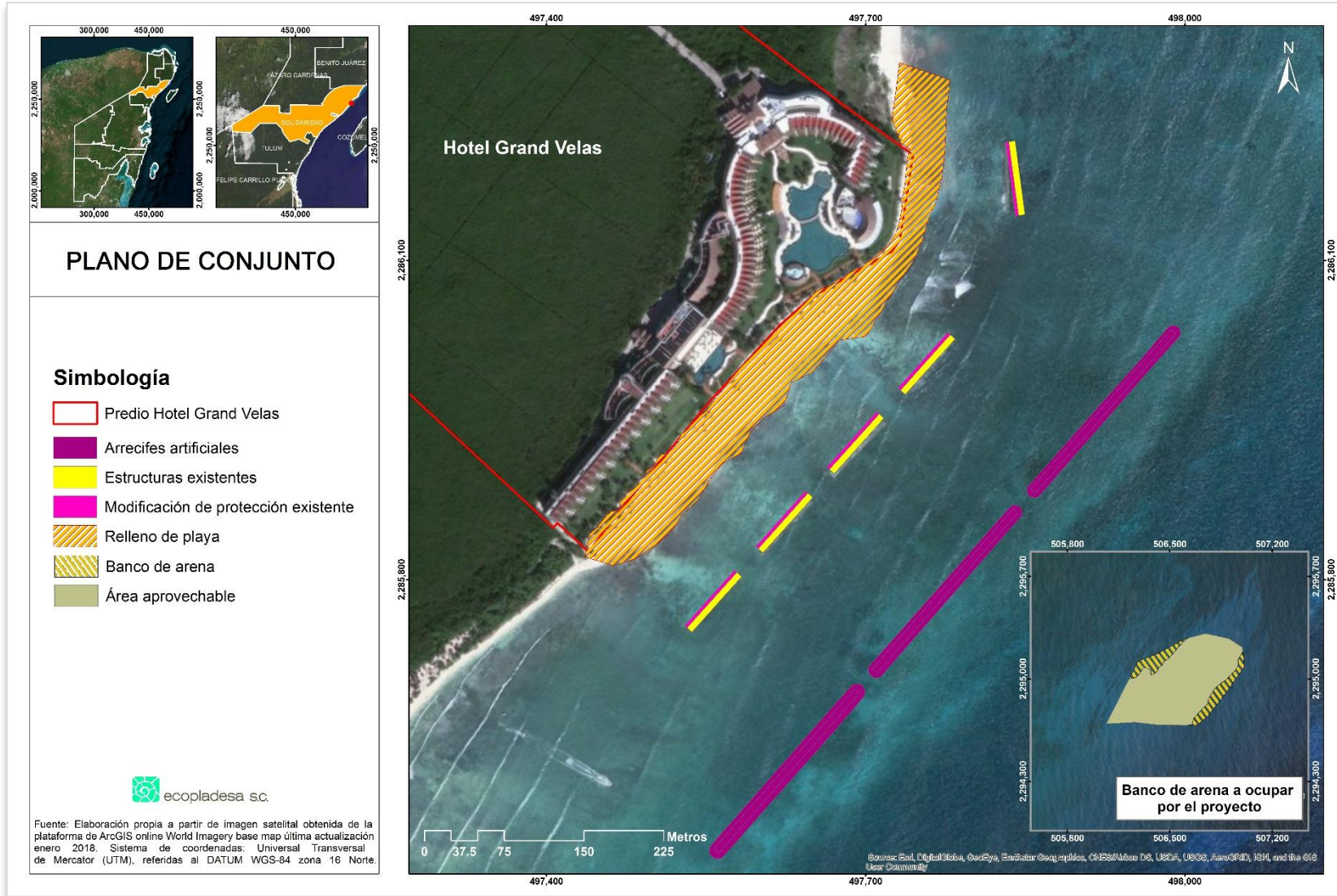


Figura 3. Se muestran las obras que contempla el proyecto en el frente costero de Grand Velas y Casa Velas, que incluye los 3 arrecifes artificiales, el relleno de playa (playa esperada), y la modificación de las protecciones existentes, y el banco de donde se extraerá arena.

Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas. El área de aprovechamiento que ocuparán las obras en la zona terrestre es de 10,029.20m², mientras que en la zona marina, se ocupará una superficie de aprovechamiento de 22,184.44 m².

En el siguiente cuadro se presenta la superficie que ocuparán las obras propuestas y los componentes naturales sobre las que se desplantarán.

Cuadro 3. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras que se contemplan sobre el ecosistema terrestre y marino.

Obras	Superficie total (m ²)	Zona Terrestre (m ²)	Zona marina Superficie (m ²)		
		Playa arenosa	Laja con macroalgas	Laja con sedimentos	Arenal somero
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.00	9,038.89	70.82	0.00
Relleno de playa	22,053.93	10,029.20	4,302.23	4,948.08	2,774.42
Modificación de protecciones	1,050.00	0.00	716.23	333.77	0.00
Superficie total	32,213.64	10,029.20	14,057.35	5,352.67	2,774.42
			22,184.44		

Como se muestra en el cuadro previo, en la porción terrestre, el proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa. En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero (Figura 4).

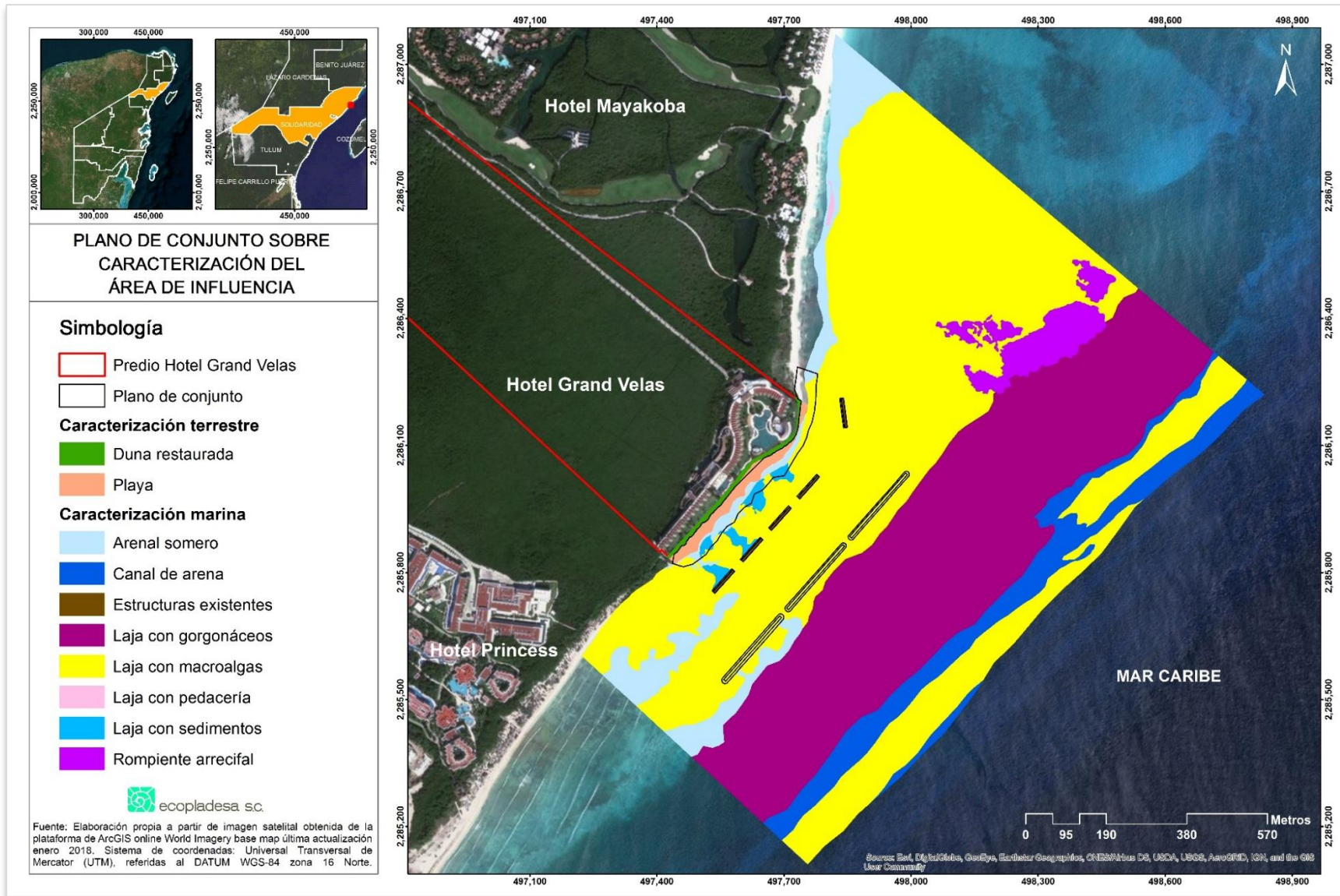


Figura 4. Se muestran las obras que se proponen sobre la caracterización del área de influencia.

Por otra parte, se extraerá la arena requerida para el relleno de playa de un banco de arena marino, el cual cuenta con una superficie total de 389,018.57 m² (38.90 ha), de las cuales solo una superficie de 329,264.38 m² (32.93 ha) cuenta con las condiciones óptimas para extraer arena.

Este banco marino posee un canal de arena y una zona de laja con sedimento que corresponde al área de donde se puede extraer arena, también tiene zonas de laja con gorgonáceos, y con macroalgas, como se muestra en el siguiente cuadro 8 y la Figura 6. Sin embargo el proyecto solamente extraerá arena del ambiente canal de arena.

Cuadro 8. Se indica la superficie de ambientes naturales que incluye el banco de arena, y el área aprovechable*.

Paisaje natural	Banco de arena Superficie (m ²)	%
Laja con gorgonáceos	27,040.81	6.95
Laja con macroalgas	32,713.38	8.41
Laja con sedimentos	30,418.30	7.82
Canal de arena*	298,846.08	76.82
TOTAL	389,018.57	100.00

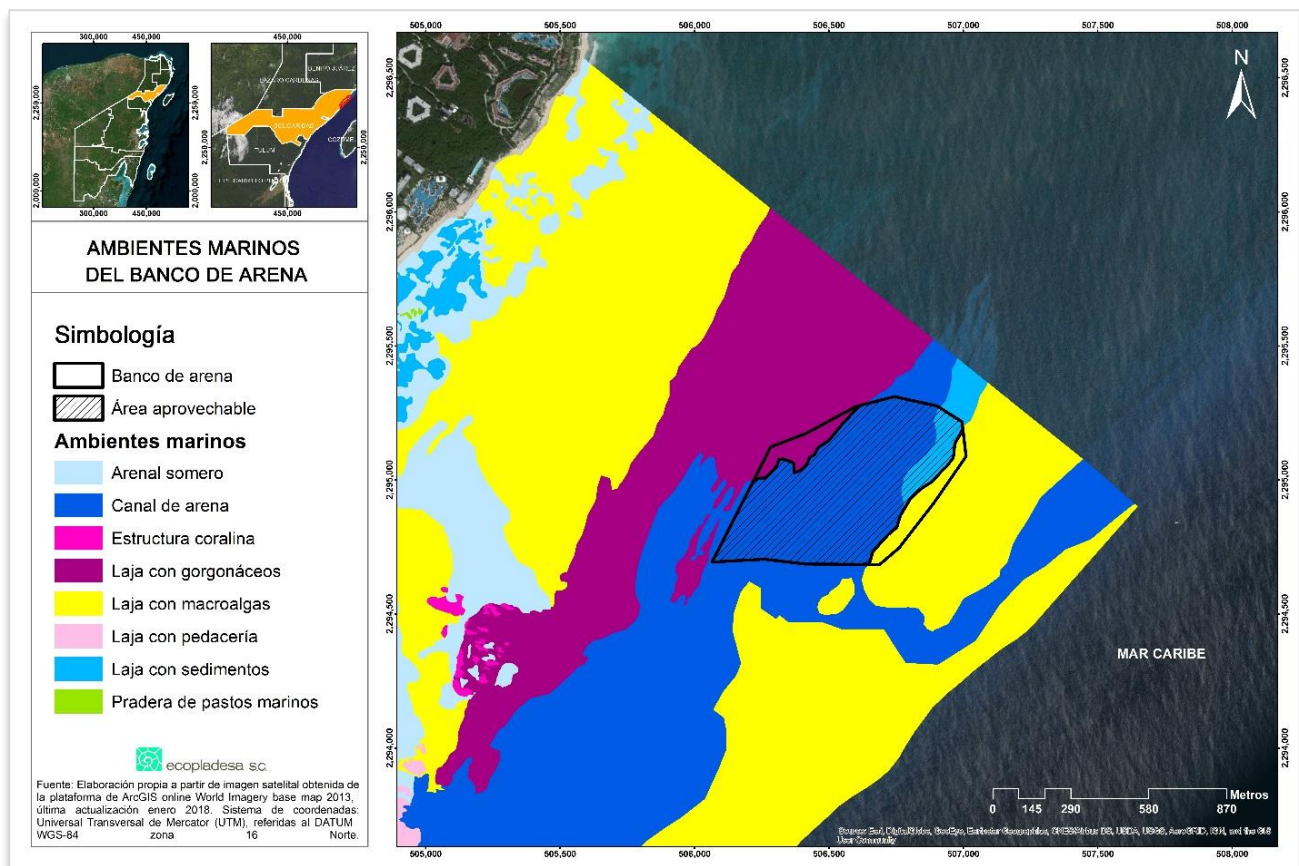


Figura 5. Se muestra el banco de arena con sus ambientes.

1.7. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO:

El proyecto está programado para una vida útil de 100 años una vez que termine el proceso constructivo.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:

2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

La empresa Promotora Turística Punta Bete, S.A. de C.V., fue legalmente constituida mediante [REDACTED] s (Anexo 4).

Posteriormente cambió de régimen jurídico, lo cual fue protocolizado a través de la [REDACTED] (Anexo 5).

2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):

PTP070426NN5

2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:

La empresa Promotora Turística Punta Bete, S.A.PI. de C.V. [REDACTED]

[REDACTED] Anexo 6).

2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:

El RFC del [REDACTED] Anexo 7, Identificación del apoderado general).

2.5. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL:

VERJ500123HNELZN06

2.6. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES:



2.6.1. **Calle y número:** Km. 62 de la Carretera Federal 307

2.6.2. **Código postal:**
77710

2.6.3. **Entidad federativa:**

Quintana Roo.

2.6.4. **Municipio o Delegación:**

Solidaridad

2.6.5. **Teléfono(s):**

(984) 8 77-44-56

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

3.1. **NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:**

[REDACTED]

3.2. **REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP:**

[REDACTED]

3.3. **NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO:**

[REDACTED]

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

ÍNDICE

1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	4
1.1	NATURALEZA DEL PROYECTO.	4
1.1.1	Sector: Terciario.....	4
1.1.2	Subsector: Turismo.....	4
1.1.3	Tipo de proyecto: Rehabilitación de zona costera.	4
1.2	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	6
1.3	UBICACIÓN DEL PROYECTO:.....	11
1.4	INVERSIÓN REQUERIDA.	16
1.5	ESCENARIO AMBIENTAL.....	17
2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	24
2.1	USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.	31
2.2	URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.	31
2.3	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.	32
2.3.1	Arrecifes Artificiales.....	32
2.3.2	Modificación de protecciones existentes.....	47
2.3.3	Extracción de Arena.....	50
2.3.4	Relleno de Playa.....	52
2.4	OBRAS PROVISIONALES DEL PROYECTO.....	58
3	ETAPAS DEL PROYECTO.	58
3.1	PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.....	59
3.2	PREPARACIÓN DEL SITIO.	60
3.3	DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.	64
3.4	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	64
3.4.1	Arrecifes Artificiales.....	64
3.4.2	Modificación de Protecciones Existentes.....	68
3.4.3	Extracción de arena del Banco 3 A.....	68
3.4.4	Relleno de Playa.....	72
3.4.5	Plumas de Dispersión.....	77
3.4.6	Enriquecimiento de la duna restaurada.....	79
3.4.7	Limpieza general.....	79
3.4.8	Zona Federal Marítimo Terrestre esperada.	79
3.5	MODELAJE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS CON EL PROYECTO.	80
3.5.1	Resultados de la modelación.....	80
3.5.2	Modelaje acumulativo de los resultados esperados con los arrecifes artificiales de Grand Velas y Mayakoba, a largo plazo.	87
3.6	CONCLUSIONES.....	98
3.7	MEDIDAS.	100
3.8.	REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	101
3.9.	REQUERIMIENTOS DE EQUIPO.	101
3.10.	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	102
3.11.	DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO.....	102
3.12.	DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.	103
3.13.	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.	103



4. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.	103
4.1. ACCIONES DE MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS:	103
4.1.1. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.	106

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

1.1.1 Sector: Terciario

1.1.2 Subsector: Turismo

1.1.3 Tipo de proyecto: Rehabilitación de zona costera.

Descripción del proyecto:

La “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina del predio denominado “El Pirata”, ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

El proyecto “Hotel Grand Velas y Casa Velas” cuenta con autorización en materia de impacto ambiental emitida por la DGIRA de la SEMARNAT a través del oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2047/07 de fecha 28 de agosto de 2007. De acuerdo con este oficio se autorizó la construcción de 948 cuartos hoteleros, distribuidos en tres tipos de hoteles (de playa y selva etapas 1 y 2), un área general de servicios y un pórtico de ingreso. Después de emitida la resolución, se solicitaron tres modificaciones al proyecto, de acuerdo con la última modificación se reorganizaron las obras de los hoteles selva 1B y el selva etapa II con sus servicios asociados, las cuales se construirán en tres etapas. Actualmente el proyecto ha concluido la construcción y están en operación las obras del hotel de playa y el hotel de selva etapa 1. Está pendiente por construir el restante de las obras autorizadas para el hotel de selva 1B y el hotel de selva etapa II.

De acuerdo con la caracterización de la vegetación realizada en el predio del proyecto, incluida en el estudio de impacto ambiental, se señaló que la zona de duna costera prácticamente había desaparecido con el paso del huracán Wilma, y la zona la playa había sufrido varias alteraciones por la construcción de desarrollos turísticos y la incidencia de huracanes.

Derivado de lo anterior, se sometió a evaluación en materia de impacto ambiental un proyecto de “Restauración de la Línea de Costa Punta Bete”, el cual fue autorizado por parte de la DGIRA de la SEMARNAT mediante el oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2429/08 de fecha 8 de agosto de 2008 (Anexo 3). Conforme al oficio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2429/08, se autorizó la construcción de 5 protecciones de bolsacreto, 6 geotubos promotores de playa y la conformación de una duna artificial. El día 22 de enero de 2009, se ingresó un escrito a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, a través del cual se informó que se habían concluido las obras que fueron autorizadas.

El proyecto funcionó muy bien por 7 años, a pesar de no haber hecho un relleno de playa con arena se logró capturar arena que se mueve en la zona y la playa se ensanchó; la

duna también se mantuvo siendo su principal objetivo el de evitar la erosión eólica y capturar los granos de arena que lleguen a ella por efecto del oleaje y el viento. Sin embargo, a principios del 2016 en el sistema ambiental Punta Xcalacoco – Punta Maroma se detectó una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás.

Por otra parte, la duna artificial ha estado cubierta por vegetación desde que se conformó, lo que ha ayudado a evitar la erosión eólica mediante la fijación y retención de la arena entre las raíces de la vegetación que la cubre. La mayor parte de la duna artificial conformada ha mantenido su geoforma, sin embargo, en la punta norte del predio, el frente de duna se ha visto afectado por los procesos erosivos de la playa, generando una pendiente más abrupta.

Así de esta manera, el 13 de mayo de 2016, se solicitó una modificación al proyecto consistente en retirar tres de los seis geotubos y reubicarlos en la zona extremo Norte, hacia Punta Bete, al detectarse una erosión mayor a la que se había reportado en la zona, al grado de presentarse un adelgazamiento de la playa de varios metros, debido al oleaje proveniente del Noreste. En relación a esta solicitud la DGIRA de la SEMARNAT emitió el oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04034 de fecha 8 de junio de 2016, en el que se autoriza la reubicación de los geotubos, con el fin de mitigar y compensar la pérdida de la franja de playa norte del hotel y se impusieron nuevas condicionantes. Con el fin de dar cumplimiento a las condicionantes a las que quedó sujeto el proyecto, se presentó el Estudio Técnico Económico solicitado, la fianza correspondiente y el protocolo de Monitoreo del comportamiento de la morfología de la zona litoral el día 19 de octubre de 2017.

Los trabajos autorizados a través del oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04034 ya fueron realizados, como se reportó en el último Informe de Cumplimiento de Términos y Condicionantes del proyecto, que fue presentado a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el día 13 de octubre de 2017.

A pesar de los trabajos realizados, el proceso de erosión ha llegado a afectar a la vegetación de duna costera, provocando la formación de pendientes abruptas las cuales han ido aumentando con el paso del tiempo. Además, se presenta una escasez de arena generalizada en las costas, lo que ha ocasionado una desestabilización de la playa que ha llevado a una pérdida de arena importante.

De acuerdo a los levantamientos batimétricos realizados por la empresa Tecnoceano, en la playa del hotel Grand Velas y Casa Velas durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable, y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena.

Tomando como base lo señalado, es necesario implementar medidas de rehabilitación y protección de los ambientes costeros que están siendo vulnerados por las condiciones de erosión y retroceso de la línea de costa que imperan en la zona, causados por los embates de tormentas, huracanes y temporadas intensas de frentes fríos. Es por ello que

la empresa **Promotora Turística Punta Bete, S.A.P.I. de C.V.**, pone a su consideración la presente **Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional del proyecto Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas**, con ubicación en la zona litoral marina adyacente al predio del hotel, que tiene como objetivo recuperar y proteger los ecosistemas de duna y playa mediante la colocación de infraestructura costera de protección.

El proyecto contempla las siguientes actividades:

1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y trasplante de corales.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
3. Relleno de playa durante la construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes.

1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

El sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, corresponde a la franja costera del proyecto Grand Velas y Casa Velas que forma parte del Sistema ambiental Regional Punta Xcalacoco-Punta Maroma.

Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que no son resultado únicamente de la interferencia antropogénica en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, también es consecuencia de factores naturales.

Entre los factores de origen natural destacan los oleajes de alta energía asociados al paso de eventos hidrometeorológicos extremos, muy particularmente las tormentas y huracanes, que según diversos estudios muestran cada vez más una mayor intensidad, extensión territorial y frecuencia.

De igual forma, dicho proceso está relacionado con cambios en el transporte sedimentario debido a cambios en los patrones generales de circulación de las aguas oceánicas por diferentes causas.

La elevación del nivel del mar, asociado a cambios climáticos globales, es otro factor natural que incide en la intensificación de la erosión. Brun (1998), demuestra que, con los cambios en el nivel del mar, el perfil de la playa trata de adaptarse paulatinamente a las nuevas condiciones buscando una configuración de equilibrio. Estos cambios en la morfología del perfil requieren una cantidad extra de sedimentos, que, de no obtenerlos por un ingreso neto de arena al perfil, los extrae erosionando la playa.

Los procesos tectónicos es otro factor de importancia. Con los cambios del nivel del mar generado por la actividad tectónica, la playa trata de adaptarse paulatinamente a las nuevas condiciones, buscando una configuración de equilibrio, que al igual que ocurre con la elevación del nivel del mar en el caso de los procesos de ascenso, se requiere una cantidad extra de sedimentos, que, de no obtenerlos por un ingreso neto de arena al perfil, entonces los extrae erosionando la playa.

En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

La empresa GPPA en 2004¹ y 2006², midió una tasa de erosión y retroceso en la línea de costa del Sistema Ambiental Punta Bete - Punta Maroma de 2.5 a 4.5 m/año en promedio. Sin embargo, a principios de 2016 en el sistema ambiental Punta Bete – Punta Maroma se ha detectado una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás, al grado de presentarse un adelgazamiento de la playa de varios metros.

De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Bete, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales en los últimos 10 años.

Derivado de lo anterior, se han propuesto varios proyectos de restauración de la playa y la duna costera dentro del SAR en los frentes costeros del Desarrollo Turístico Mayakoba, del Desarrollo Tres Ríos y de Punta Kanai. Estos proyectos incluyeron la construcción de arrecifes artificiales, sistemas de protección de duna costera, relleno de playa, conformación de duna artificial y actividades de reforestación. Todos ellos obtuvieron autorización en materia de impacto ambiental para su desarrollo emitida por la DGIRA de la SEMARNAT.

A la fecha, de estos proyectos solo el Desarrollo Turístico Mayakoba ha realizado la construcción de sus arrecifes temporales y el relleno de playa, el proyecto Kanai está iniciando la construcción de los arrecifes artificiales y Desarrollo Tres Ríos aún no han iniciado las actividades. Sin embargo, a largo plazo se construirán las obras que se propusieron en cada proyecto, que de manera integral tienen el fin de recuperar los ambientes costeros del SAR y mantener la estabilidad de la playa por más tiempo.

De esta manera el proyecto de “Restauración de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero, mediante la construcción de arrecifes artificiales y su relleno de playa. Los arrecifes propuestos estarán alineados con el arrecife natural y con los arrecifes permanentes del desarrollo

¹ GPPA S. C., 2004. Evaluación del proceso litoral e implicaciones ambientales en el predio Mayakoba y la Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 70 p.

² GPPA S. C., 2006. Caracterización y Diagnóstico Ambiental Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 223 p.



Mayakoba (que es el más cercano al proyecto), que de manera conjunta con los demás desarrollos contribuirán a proteger un área mayor de la costa, así como la celda litoral regional y mantener una playa más estable a una escala regional. Las estructuras que se construirán armonizan adecuadamente con los procesos y ciclos naturales que presenta el sistema.

El proyecto que se propone es una estrategia que pretende revertir y mitigar los efectos del proceso regional de erosión sobre la línea de costa, que afectan al sistema ambiental Punta Xcalacoco- Punta Maroma en lo general, y al frente del predio del Hotel Grand Velas en lo particular. Con su implementación se generarán beneficios ambientales derivados de la rehabilitación de la playa.

Por otra parte, y de manera particular para el Hotel Grand Velas y Casa Velas, se realizaron estudios hidrográficos y de caracterización como parte del proyecto de “Restauración de la Línea de Costa Punta Bete”, en los que se determinó que los procesos erosivos de la costa en el sistema se han acrecentado de manera importante por lo que las estructuras existentes ya no son suficientes para mitigar el oleaje.

De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano (Anexo técnico 1), se determinó que en el análisis comparativo realizado con las líneas de costa del periodo 2009 al 2017, se ha erosionado buena parte del área de playa recuperada. Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante, al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.

Durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena, (Figura 1) siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.

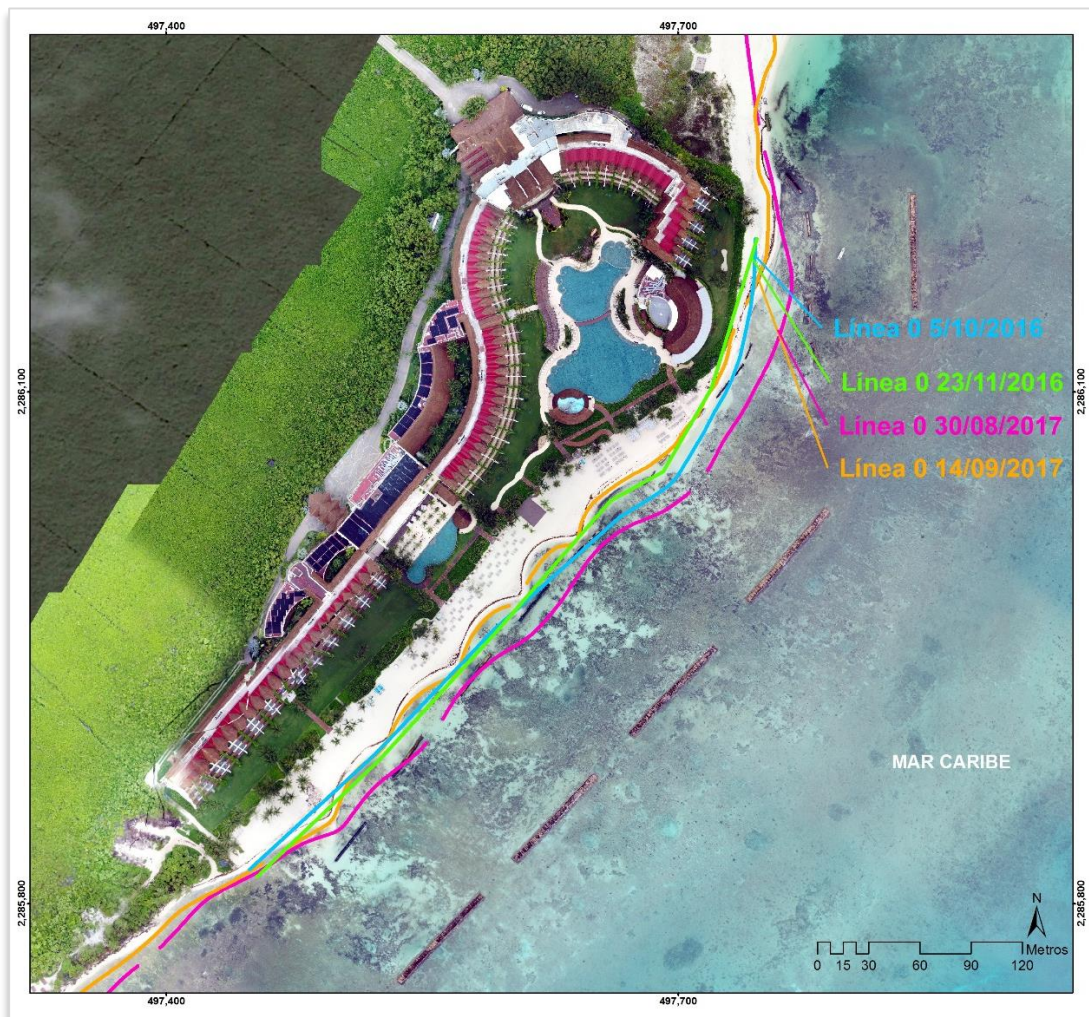


Figura 1. Línea de costa de los años 2016 y 2017 sobre un ortofotomosaico georreferenciado.

De acuerdo con lo anterior, la erosión causada por la pérdida de arena en la playa ha formado algunos escarpes en la sección Norte, llegando a afectar la parte inferior de la vegetación de la duna restaurada. Con la construcción del proyecto se pretende recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente a la propiedad y mantener las condiciones de la duna, para que siga proveyendo sus servicios de protección.

De acuerdo a las condiciones de la zona de playa se diagnosticó que se requería una propuesta integral para la rehabilitación de la línea de costa. A continuación, se presentan las conclusiones a las que se llegaron en los estudios realizados (hidrográficos, topobatimétricos), que justifican la necesidad de ejecutar las obras:

- a) El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.

- b) El transporte de arena es bidireccional con preferencia de Suroeste a Noreste ya que el oleaje reinante proviene del Sur y Sureste, el transporte de arena de Norte a Suroeste solo se presenta en invierno durante la presencia de frentes fríos.
- c) En general las corrientes son de mediana intensidad, con tendencia a ser más fuertes al alejarnos de la línea de costa, en la orilla se observa corriente longitudinal a la costa, también se observó en un día de oleaje y vientos fuertes del Este que existe un acarreo litoral muy marcado en la parte norte del predio.
- d) El proyecto de la “Restauración de la línea de costa Punta Bete” funcionó muy bien por 7 años, a pesar de no haber hecho un relleno de playa con arena se logró capturar arena que se mueve en la zona y la playa se ensanchó, la duna también se mantuvo, su principal objetivo es el de evitar la erosión eólica y capturar los granos de arena que lleguen a ella por efecto del oleaje y el viento. Sin embargo, en los primeros meses de 2016 en el sistema ambiental Punta Xcalacoco – Punta Maroma se detectó una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás.
- e) Hay una escasez de arena generalizada de las costas que ha ocasionado una desestabilización de la playa que ha llevado a una pérdida de arena importante.
- f) Es necesario colocar estructuras a una distancia determinada de la costa que ayuden a disipar la energía de la ola y eviten que la arena que llegue a la playa se regrese al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase por resaca la corriente que regresa el agua de la ola al mar y que circula por debajo de las nuevas olas).
- g) Es necesario el relleno de arena ya que no hay fuentes de arena importantes cerca del área que se desea recuperar y estabilizar. Es importante inyectar arena a la playa para acelerar el proceso de recuperación de la línea de costa.
- h) Las protecciones de bolsacreto y los geotubos que se construyeron en el año 2008, ya no proveen protección suficiente, por lo que es necesario modificarlos y realizar la construcción de los arrecifes artificiales y el relleno de playa.

Desde el punto de vista ambiental, el proceso de erosión de la playa impacta de forma significativa los complejos y delicados ecosistemas marinos y costeros, lo que contribuye significativamente a la alteración o posible pérdida del hábitat de anidación necesario para las tortugas marinas, lo que a su vez afecta la sobrevivencia y abundancia de estos individuos. Al mismo tiempo, si la erosión frente al Hotel Grand Velas continúa, se podría afectar más el talud de la duna, provocando su erosión y afectando la vegetación de la misma, y disminuyendo con ello su función de protección.

El proceso erosivo de la playa y duna, traería consigo también pérdidas económicas como la posible pérdida o daño a la infraestructura propia del Hotel Grand Velas, así como una menor afluencia de turistas.



1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO:

La “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina del predio El Pirata ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

Para el proyecto solo se utilizará la franja costera del Predio el Pirata donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas. Comprende un área de influencia indirecta en una superficie total de 133.49 Ha, que incluye una superficie de 1.46 ha de porción terrestre y de 132.03 ha de área marina. Además, se extraerá arena de un banco marino con una superficie de 38.90 ha. Las coordenadas que limitan el polígono del área de influencia indirecta de las obras y actividades propuestas y del banco de arena se presentan en las Figuras 2a y 2b.

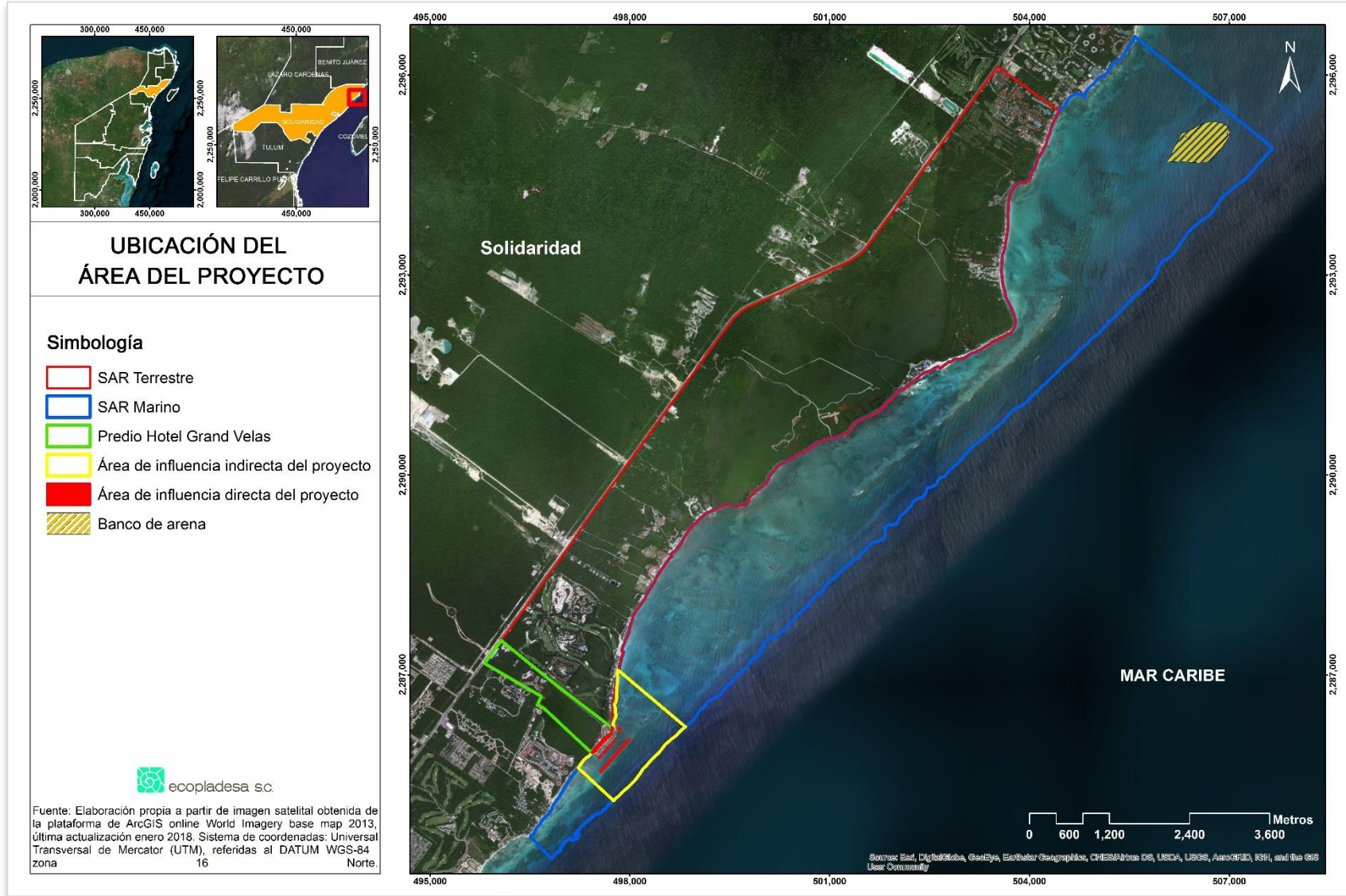


Figura 2a. Localización regional y local del proyecto. El proyecto se establecerá en la franja costera marina del predio el Pirata del Hotel Grand Velas y Casa Velas, ubicado a la altura del kilómetro 62 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria - Puerto Juárez.

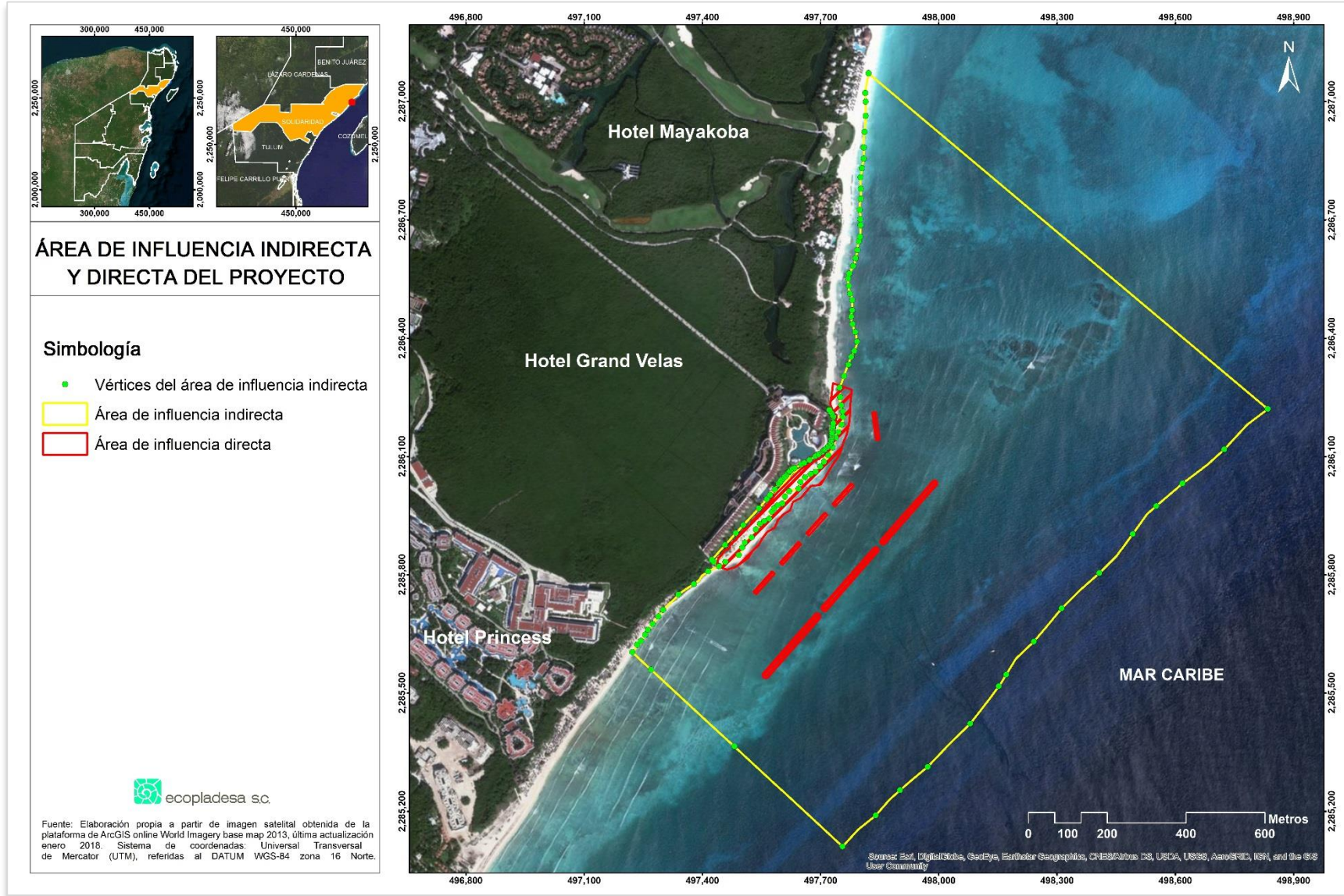


Figura 2b. Se muestran las coordenadas geográficas de los vértices del área de influencia indirecta en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

Cuadro 1. Se presentan las coordenadas del área de influencia indirecta.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	497,730.11	2,286,123.24	26	497,793.40	2,286,623.44	51	498,170.96	2,285,546.77	76	497,525.18	2,285,894.86
2	497,738.51	2,286,147.62	27	497,797.43	2,286,645.17	52	498,151.97	2,285,516.97	77	497,535.90	2,285,914.61
3	497,745.45	2,286,161.91	28	497,800.34	2,286,656.90	53	498,079.60	2,285,422.44	78	497,546.11	2,285,929.30
4	497,753.41	2,286,180.55	29	497,801.36	2,286,686.28	54	497,971.61	2,285,313.31	79	497,557.32	2,285,935.85
5	497,756.47	2,286,199.86	30	497,800.54	2,286,701.38	55	497,901.36	2,285,253.47	80	497,569.57	2,285,942.36
6	497,756.06	2,286,214.14	31	497,799.32	2,286,725.05	56	497,839.76	2,285,189.41	81	497,576.54	2,285,959.95
7	497,752.39	2,286,229.65	32	497,801.76	2,286,753.21	57	497,755.89	2,285,110.97	82	497,582.15	2,285,968.24
8	497,749.53	2,286,250.46	33	497,802.17	2,286,778.92	58	497,481.31	2,285,364.37	83	497,591.61	2,285,976.23
9	497,748.31	2,286,274.13	34	497,801.56	2,286,807.89	59	497,269.90	2,285,559.48	84	497,603.03	2,285,980.72
10	497,759.32	2,286,303.92	35	497,804.61	2,286,831.17	60	497,222.07	2,285,603.62	85	497,609.56	2,285,997.86
11	497,770.34	2,286,332.48	36	497,809.71	2,286,855.40	61	497,234.54	2,285,622.43	86	497,620.58	2,286,011.74
12	497,777.69	2,286,352.48	37	497,809.71	2,286,883.46	62	497,243.93	2,285,631.82	87	497,644.00	2,286,018.56
13	497,785.24	2,286,367.58	38	497,811.62	2,286,922.99	63	497,254.94	2,285,647.73	88	497,649.14	2,286,035.00
14	497,792.58	2,286,390.84	39	497,814.17	2,286,963.80	64	497,261.88	2,285,660.38	89	497,660.98	2,286,047.24
15	497,787.69	2,286,415.32	40	497,814.17	2,286,999.51	65	497,273.72	2,285,675.48	90	497,674.85	2,286,054.99
16	497,781.16	2,286,435.73	41	497,813.21	2,287,021.72	66	497,288.41	2,285,694.25	91	497,687.50	2,286,061.52
17	497,777.48	2,286,454.09	42	497,821.72	2,287,071.48	67	497,300.24	2,285,710.58	92	497,699.34	2,286,074.58
18	497,780.34	2,286,470.82	43	498,834.38	2,286,220.41	68	497,339.42	2,285,749.75	93	497,708.72	2,286,086.41
19	497,780.14	2,286,496.12	44	498,724.12	2,286,118.11	69	497,378.18	2,285,776.28	94	497,719.33	2,286,102.74
20	497,775.24	2,286,513.26	45	498,618.40	2,286,031.72	70	497,414.87	2,285,808.62			
21	497,771.57	2,286,532.68	46	498,551.41	2,285,974.25	71	497,442.66	2,285,821.16			
22	497,769.93	2,286,551.62	47	498,492.23	2,285,903.27	72	497,458.78	2,285,832.59			
23	497,772.79	2,286,564.27	48	498,406.98	2,285,804.37	73	497,492.65	2,285,850.14			
24	497,782.67	2,286,583.02	49	498,311.49	2,285,714.57	74	497,501.09	2,285,868.60			
25	497,788.91	2,286,602.63	50	498,241.02	2,285,630.46	75	497,507.75	2,285,881.56			

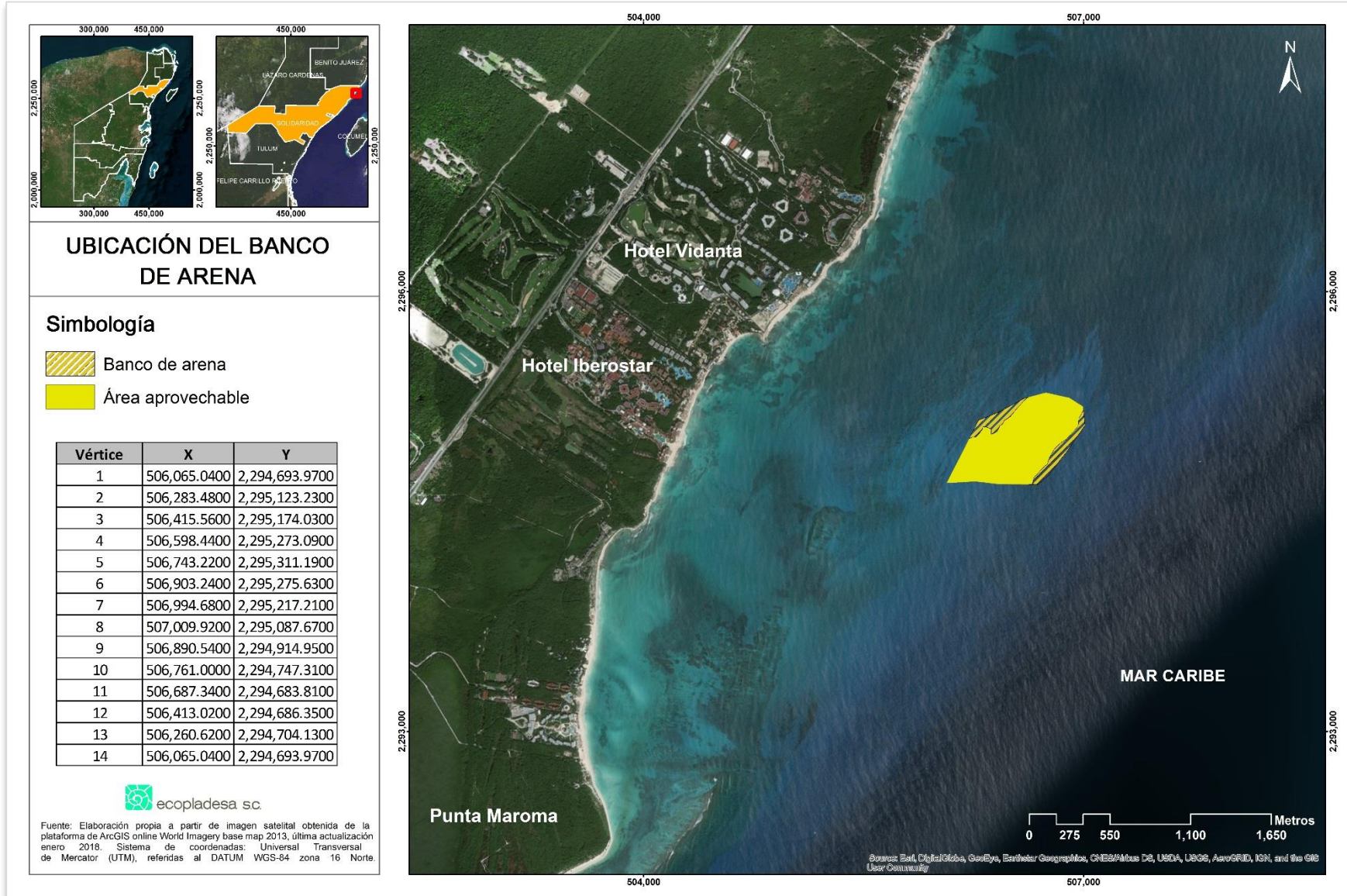


Figura 2c. Se presentan las coordenadas del banco marino en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

A.- Reportar el importe total del capital total requerido (inversión más gasto de operación), para el proyecto.

Para las actividades del proyecto se pretende invertir \$190,704,691.07 M.N. (ciento noventa millones setecientos cuatro mil seiscientos noventa y un pesos ^{07/100} M.N.) incluyendo el monto destinado para la implementación de las medidas. En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de \$1,627,728.67 M.N. (un millón seiscientos veintisiete mil setecientos veintiocho pesos ^{67/100} M.N.), incluidos dentro del monto total de inversión, que corresponde al 1.0% de lo que se invertirá. En el siguiente cuadro se presentan los montos de inversión estimados para cada concepto del proyecto.

Cuadro 2. Se indican los montos de inversión estimados para cada concepto del proyecto.

	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Costo	IMPORTE TOTAL
ARRECIFE ARTIFICIAL A1 (200 m)					
1	Suministro de Bloque de concreto de 1 m3, incluido fletes y traslados	4,223.5	m3	\$ 4,000.00	\$ 16,893,840.57
2	Maquinaria pesada para la carga de bloques en Puerto Calica, a base de una grúa de medio alcance, incluye fletes y traslados.	20.0	semana	\$ 80,640.00	\$ 1,612,800.00
3	2 Grúas de brazo largo para trabajos de colocación de bloques para la construcción de arrecifes artificiales.	20.0	semana	\$ 161,280.00	\$ 3,225,600.00
4	2 Chalanes de 300 pies de eslora y 150 pies de manga.	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
5	2 Embarcaciones Remolcadoras	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
6	2 Embarcaciones de Apoyo	20.0	semana	\$ 80,000.00	\$ 1,600,000.00
7	Cuadrilla de personal certificado para buceo	20.0	semana	\$ 100,000.00	\$ 2,000,000.00
8	Costos de uso de Puerto Calica	20.0	semana	\$ 48,000.00	\$ 960,000.00
9	Suministro y colocación de anclajes para fijación de corales en las caras libres de los cubos ranurados	1.0	Lote	\$ 400,000.00	\$ 400,000.00
				Subtotal:	\$ 31,492,240.57
ARRECIFE ARTIFICIAL A2 (200 m)					
10	Suministro y colocación de Bloque de concreto de 1 m3	5,037.6	m3	\$ 4,000.00	\$ 20,150,321.78
11	Maquinaria pesada para la carga de bloques en Puerto Calica, a base de una grúa de medio alcance, incluye fletes y traslados.	20.0	semana	\$ 80,640.00	\$ 1,612,800.00
12	2 Grúas de brazo largo para trabajos de colocación de bloques para la construcción de arrecifes artificiales.	20.0	semana	\$ 161,280.00	\$ 3,225,600.00
13	2 Chalanes de 300 pies de eslora y 150 pies de manga.	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
14	2 Embarcaciones Remolcadoras	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
15	2 Embarcaciones de Apoyo	20.0	semana	\$ 80,000.00	\$ 1,600,000.00
16	Cuadrilla de personal certificado para buceo	20.0	semana	\$ 100,000.00	\$ 2,000,000.00
17	Costos de uso de Puerto Calica	20.0	semana	\$ 48,000.00	\$ 960,000.00
18	Suministro y colocación de anclajes para fijación de corales en las caras libres de los cubos ranurados	1.0	Lote	\$ 400,000.00	\$ 400,000.00
				Subtotal:	\$ 34,748,721.78
ARRECIFE ARTIFICIAL A3 (200 m)					
19	Suministro y colocación de Bloque de concreto de 1 m3	6,628.7	m3	\$ 4,000.00	\$ 26,514,956.15
20	Maquinaria pesada para la carga de bloques en Puerto Calica, a base de una grúa de medio alcance, incluye fletes y traslados.	20.0	semana	\$ 80,640.00	\$ 1,612,800.00

	DESCRIPCION	Cantidad	Unidad	Costo	IMPORTE TOTAL
21	2 Grúas de brazo largo para trabajos de colocación de bloques para la construcción de arrecifes artificiales.	20.0	semana	\$ 161,280.00	\$ 3,225,600.00
22	2 Chalanes de 300 pies de eslora y 150 pies de manga.	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
23	2 Embarcaciones Remolcadoras	20.0	semana	\$ 120,000.00	\$ 2,400,000.00
24	2 Embarcaciones de Apoyo	20.0	semana	\$ 80,000.00	\$ 1,600,000.00
25	Cuadrilla de personal certificado para buceo	20.0	semana	\$ 100,000.00	\$ 2,000,000.00
26	Costos de uso de Puerto Calica	20.0	semana	\$ 48,000.00	\$ 960,000.00
27	Suministro y colocación de anclajes para fijación de corales en las caras libres de los cubos ranurados.	1.0	Lote	\$ 400,000.00	\$ 400,000.00
				Subtotal:	\$ 41,113,356.15
MODIFICACIÓN DE PROTECCIONES DE BOLSACRETO					
28	Deslizamiento de bolsacretos superiores para colocarse sobre el fondo marino, completos o partidos, por medios mecánicos. Demolición de bolsacretos intermedios a tamaño roca hombre para llevarlos a ser parte de la construcción de los rompeolas A1, A2 y A3 como núcleos. Embarcación incluida.	1.0	Lote	\$ 800,000.00	\$ 800,000.00
				Subtotal:	\$ 800,000.00
RELLENO DE PLAYA					
29	Transporte de draga del sitio de origen a Velas.	1.00		\$27,750,000.00	\$ 27,750,000.00
30	Relleno de arena por medio de Draga de Tolva Autopropulsada.	47,104.12	m3	\$ 555.00	\$ 26,142,788.58
31	Renta de Maquinaria pesada para los trabajos de acomodo y distribución de arena sobre la playa.	12.00	semana	\$ 60,480.00	\$ 725,760.00
				Subtotal:	54,618,548.58
MEDIDAS DE PREVENCIÓN					
28	Aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación.	3	Programas	\$542,576.22	\$1,627,728.67
				Subtotal:	\$1,627,728.67
				TOTAL	\$164,400,595.75
				IVA 16%	\$26,304,095.32
				GRAN TOTAL	\$190,704,691.07

1.5 ESCENARIO AMBIENTAL.

Para el análisis del presente proyecto de “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”, se definió un Sistema Ambiental Regional (SAR) denominado Punta Xcalacoco-Punta Maroma, dividido en una zona terrestre y otra marina. Dentro de este sistema ambiental se definió un área de influencia indirecta donde quedó inserto el proyecto que se propone.

El SAR Punta Xcalacoco-Punta Maroma tiene una superficie total de 4,631.48 ha, y cuenta con una porción terrestre con una superficie total de 2,141.36 ha y otra porción marina con una superficie de 2,490.12 ha.

El SAR terrestre determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera (Figura 3).

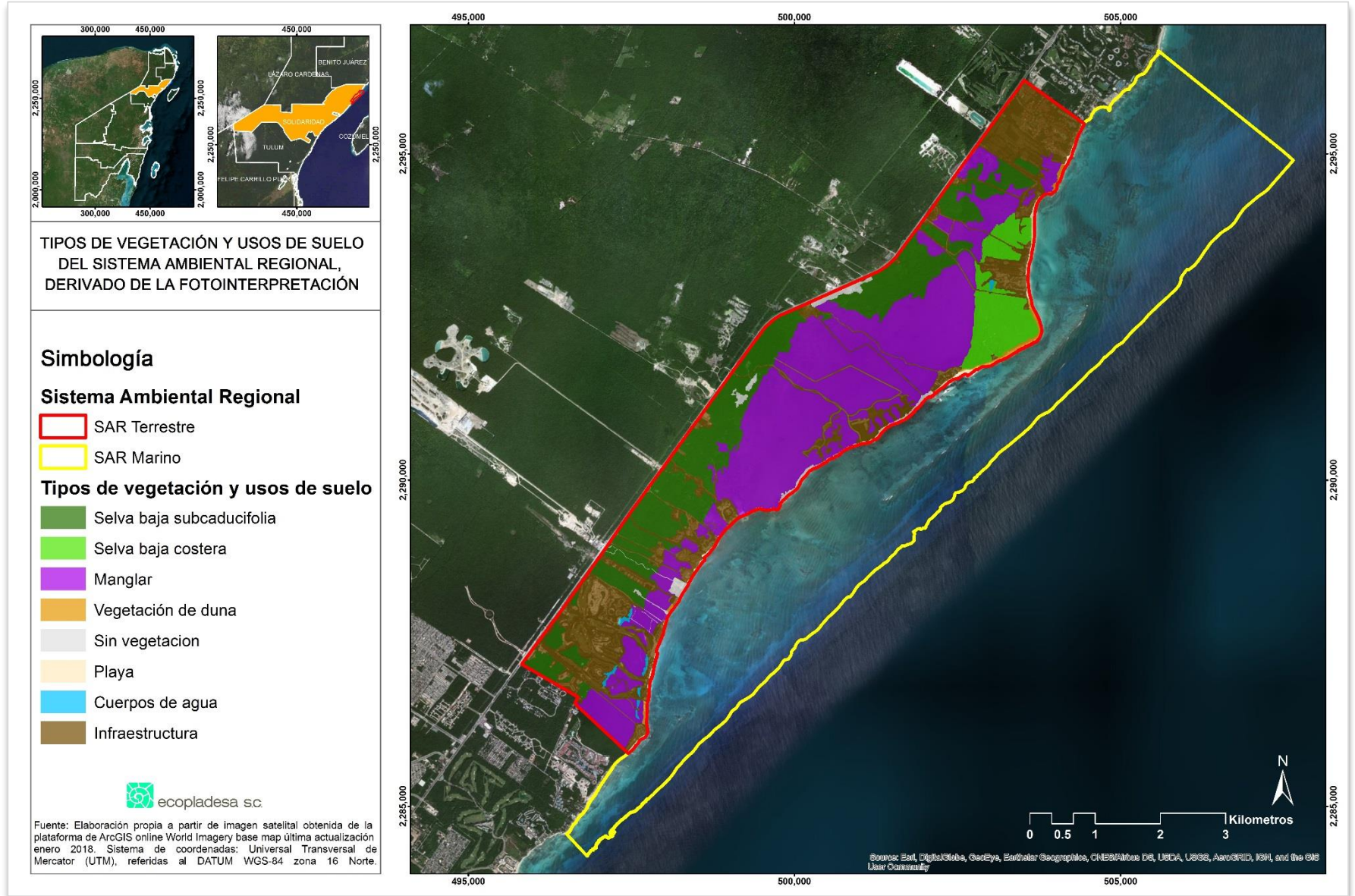


Figura 3. Caracterización del Sistema Ambiental terrestre.

Cuadro 3. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SAR terrestre.

Descripción	Superficie m ²	Ha	%
Tipos de vegetación			
Selva baja subcaducifolia	4,889,407.50	488.94	22.83
Selva baja costera	1,287,410.00	128.74	6.01
Manglar	8,848,755.70	884.88	41.32
Vegetación de duna	132,425.03	13.24	0.62
Subtotal	15,157,998.23	1,515.80	70.78
Otras coberturas			
Playa	257,701.36	25.77	1.20
Cuerpos de agua	76,098.52	7.61	0.36
Sin vegetación	351,533.58	35.15	1.65
Infraestructura	5,570,268.31	557.03	26.01
Subtotal	6,255,601.77	625.56	29.22
Total	21,413,600.00	2,141.36	100.00

En cuanto al SAR Marino cuenta con una superficie de 2,490.12 ha. El SAR marino del proyecto corresponde a un área heterogénea dado que se registraron varios ambientes que incluyen praderas de pastos marinos; arenal somero, y canal de arena, áreas de laja con sedimentos, pedacería, macroalgas, laja con gorgonáceos, y zonas arrecifales (estructura coralina y rompiente arrecifal), como se muestra en el cuadro 4 y la Figura 4.

Cuadro 4. Se indica la superficie ocupada por cada ambiente dentro del SAR marino.

Tipo de ambientes	Abreviación	Superficie m ²		
		m ²	Ha	%
Arenal somero	As	3,529,745.95	352.97	14.18
Pradera de pastos marinos	Pm	2,649,691.21	264.97	10.64
Rompiente arrecifal	Ra	260,475.80	26.05	1.05
Estructura coralina	Ec	235,305.72	23.53	0.94
Laja con sedimentos	Ls	406,370.68	40.64	1.63
Laja con pedacería	Lp	718,454.86	71.85	2.89
Laja con gorgonáceos	Lg	2,932,018.73	293.20	11.77
Laja con macroalgas	La	10,160,020.24	1,016.00	40.8
Canal de arena	Ca	4,007,016.81	400.70	16.09
Estructuras existentes	Ee	2,100.00	0.21	0.01
Total general		24,901,200.00	2,490.12	100

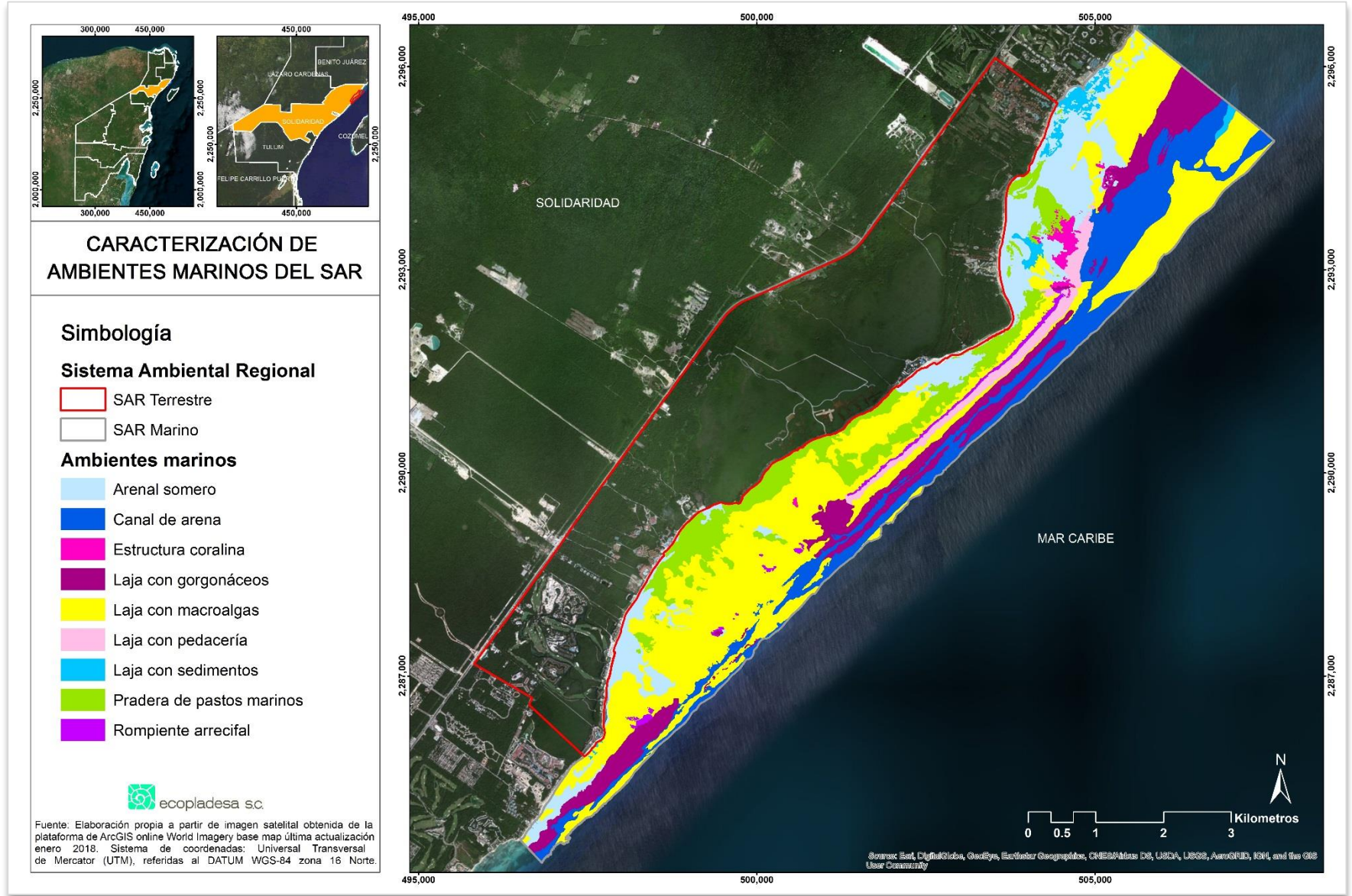


Figura 4. Caracterización del SAR marino.

Ahora bien dentro del área de influencia indirecta y directa delimitadas para el proyecto, que cuenta con una superficie total de 133.49 Ha, solo se determinó la presencia de duna restaurada y playa arenosa en la porción terrestre; mientras que en la porción marina se registraron varios ambientes que incluyen arenal somero, canal de arena, laja con macroalgas, gorgonáceos, con pedacería y sedimentos, así como una sección de rompiente arrecifal como se presenta en el cuadro 5 y en la Figura 5. Cabe señalar que esta área de influencia queda incluida dentro de la Sección 1 de la Caracterización marina del proyecto (Anexo técnico 8).

Cuadro 5. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad en la porción terrestre y marina del área de influencia indirecta.

CARACTERIZACIÓN TERRESTRE			CARACTERIZACIÓN MARINA		
TIPO	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	TIPO	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)
Duna costera	4,596.40	0.46	Arenal somero	82,260.33	8.23
Playa arenosa	10,029.20	1.00	Canal de arena	92,354.36	9.24
Total	14,625.60	1.46	Laja con gorgonaceos	417,393.13	41.74
			Laja con macroalgas	676,536.10	67.65
			Laja con pedacería	836.58	0.08
			Laja con sedimentos	8,848.50	0.88
			Rompiente arrecifal	39,941.56	3.99
			Estructuras existentes	2,100.00	0.21
			Total	1,320,270.56	132.02

En la parte terrestre, el hotel presenta una sección de duna que fue restaurada con especies propias de este tipo de vegetación. Esta vegetación se encuentra delimitada por los andadores del hotel y por andadores elevados intercalados en su trazo continuo. Se registraron especies como *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Thrinax radiata*, *Hymenocallis litorallis* y *Cocos nucifera*. También posee playa arenosa con ejemplares dispersos de *Cocos nucifera*.

De acuerdo con la caracterización marina de esta sección, la variedad de ambientes es baja y presenta muy poca complejidad de la estructura del arrecife. El arrecife solo se presenta como una rompiente arrecifal frente a Mayakoba, con estructura poco compleja por la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente.

La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de



pequeños cabezos de coral. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados. En la parte profunda persiste la misma situación que en todo el SAR, debido a la ausencia de un arrecife frontal con sistema de macizos y canales, de modo que solamente se encuentran algunos parches de gorgonáceos, que en algunos sitios forma un escalón al inicio de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina.

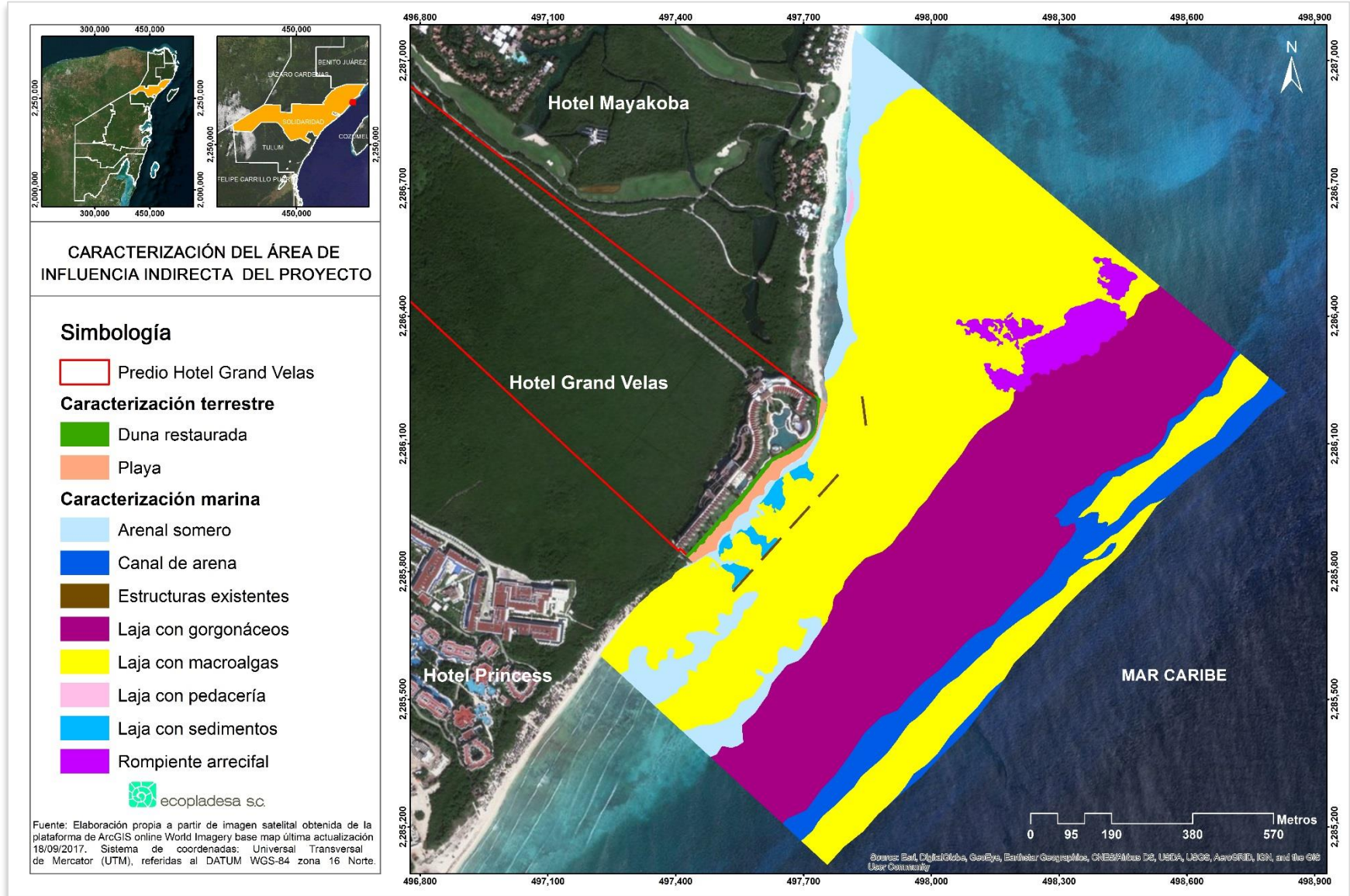


Figura 5. Caracterización terrestre y marina del área de influencia indirecta y directa.

2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

El proyecto “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman una estrategia integral de recuperación de playa con otros proyectos autorizados a nivel del SAR, dado que dicha playa se ha estado perdiendo por las condiciones ambientales que prevalecen en el área. Con las obras y actividades que se proponen se coadyuvará con la permanencia de los recursos naturales existentes y que estos sigan brindando los servicios ambientales que proveen. En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y el trasplante de corales.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la etapa de construcción, y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
3. Relleno de playa durante la etapa de construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes.

a) Dimensiones del proyecto

El proyecto contempla la construcción y colocación de tres arrecifes artificiales, realizar la extracción de arena de un banco, su transporte al sitio del proyecto y el relleno de playa, así como la modificación de las protecciones de bolsacreto existentes. En el siguiente cuadro se presenta la superficie que ocupará cada una de las obras y la superficie del banco de donde se extraerá arena (Figura 6).

Cuadro 6. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras y del área de extracción.

Obras	Superficie (m ²)	Ha
Obras		
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.91
Modificación de protecciones de bolsacreto	1,050.00	0.10
Relleno de playa	22,053.93	2.21
Subtotal	32,213.64	3.22
Protecciones de bolsacreto existentes	2,100.00	0.21
Subtotal	2,100.00	0.21
Superficie de extracción		
Banco de arena	389,018.57	38.90
Subtotal	389,018.57	38.90
TOTAL	423,332.20	42.33

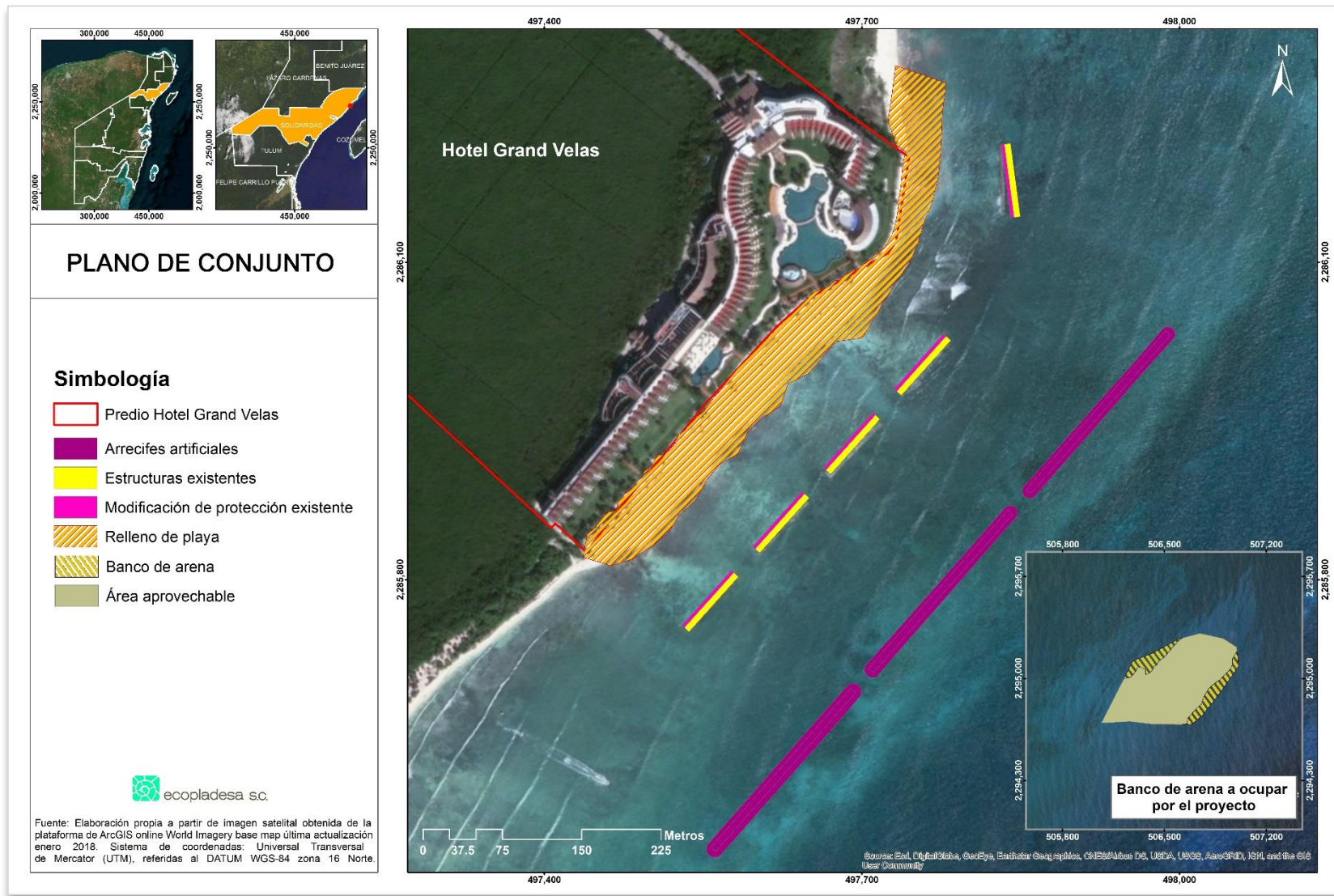


Figura 6. Se muestran las obras que contempla el proyecto en el frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas, que incluye los 3 arrecifes artificiales, el relleno de playa (playa esperada), y la modificación de las protecciones existentes. Así como el banco de donde se extraerá arena.

Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas. El área de aprovechamiento que ocuparán las obras en la zona terrestre es de 10,029.20m², mientras que, en la zona marina, se ocupará una superficie de aprovechamiento de 22,184.44 m².

En el siguiente cuadro se presenta la superficie que ocuparán las obras propuestas y los componentes naturales sobre las que se desplantarán.

Cuadro 7. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras que se contemplan sobre el ecosistema terrestre y marino.

Obras	Superficie total (m ²)	Zona Terrestre (m ²)	Zona marina Superficie (m ²)		
		Playa arenosa	Laja con macroalgas	Laja con sedimentos	Arenal somero
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.00	9,038.89	70.82	0.00
Relleno de playa	22,053.93	10,029.20	4,302.23	4,948.08	2,774.42
Modificación de protecciones	1,050.00	0.00	716.23	333.77	0.00
Superficie total	32,213.64	10,029.20	14,057.35	5,352.67	2,774.42
			22,184.44		

Como se muestra en el cuadro previo, en la porción terrestre, el proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa. En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero (Figura 7).

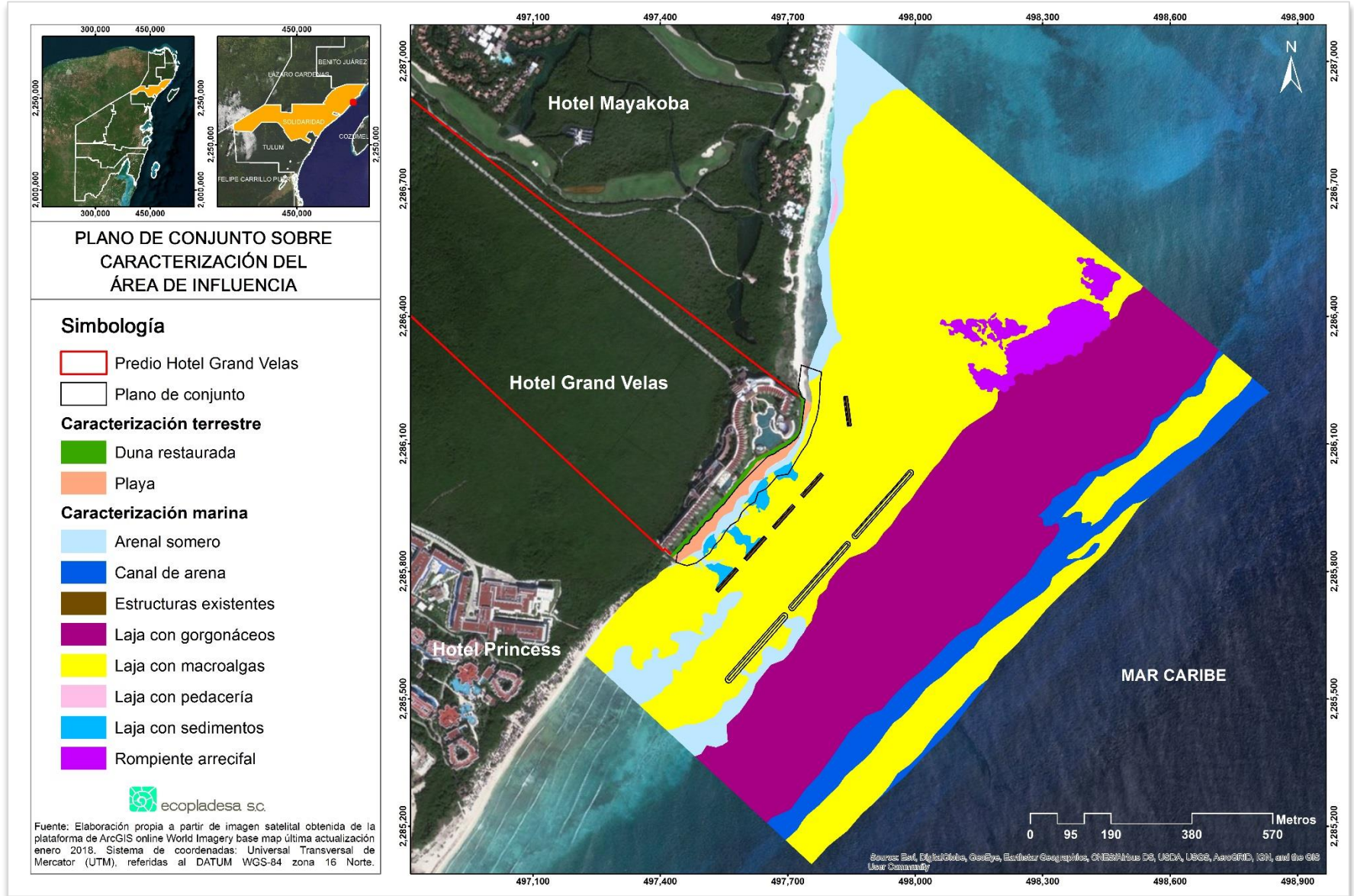


Figura 7. Se muestran las obras que se proponen sobre la caracterización del área de influencia.

Por otra parte, se extraerá la arena requerida para el relleno de playa de un banco de arena marino, el cual cuenta con una superficie total de 389,018.57 m² (38.90 ha), de las cuales solo de una superficie de 329,264.38 m² (32.93 ha) se puede extraer arena.

Este banco marino posee un canal de arena un canal de arena y una zona de laja con sedimento, que corresponde al área aprovechable donde se extraerá la arena, también tiene zonas de laja con gorgonáceos y con macroalgas, como se muestra en el siguiente cuadro y la Figura 8.

Cuadro 8. Se indica la superficie de paisajes naturales que incluye el banco de arena, y el área aprovechable*

Paisaje natural	Banco de arena Superficie (m ²)	%
Laja con gorgonáceos	27,040.81	6.95
Laja con macroalgas	32,713.38	8.41
Laja con sedimentos*	30,418.30	7.82
Canal de arena*	298,846.08	76.82
Total	389,018.57	100.00

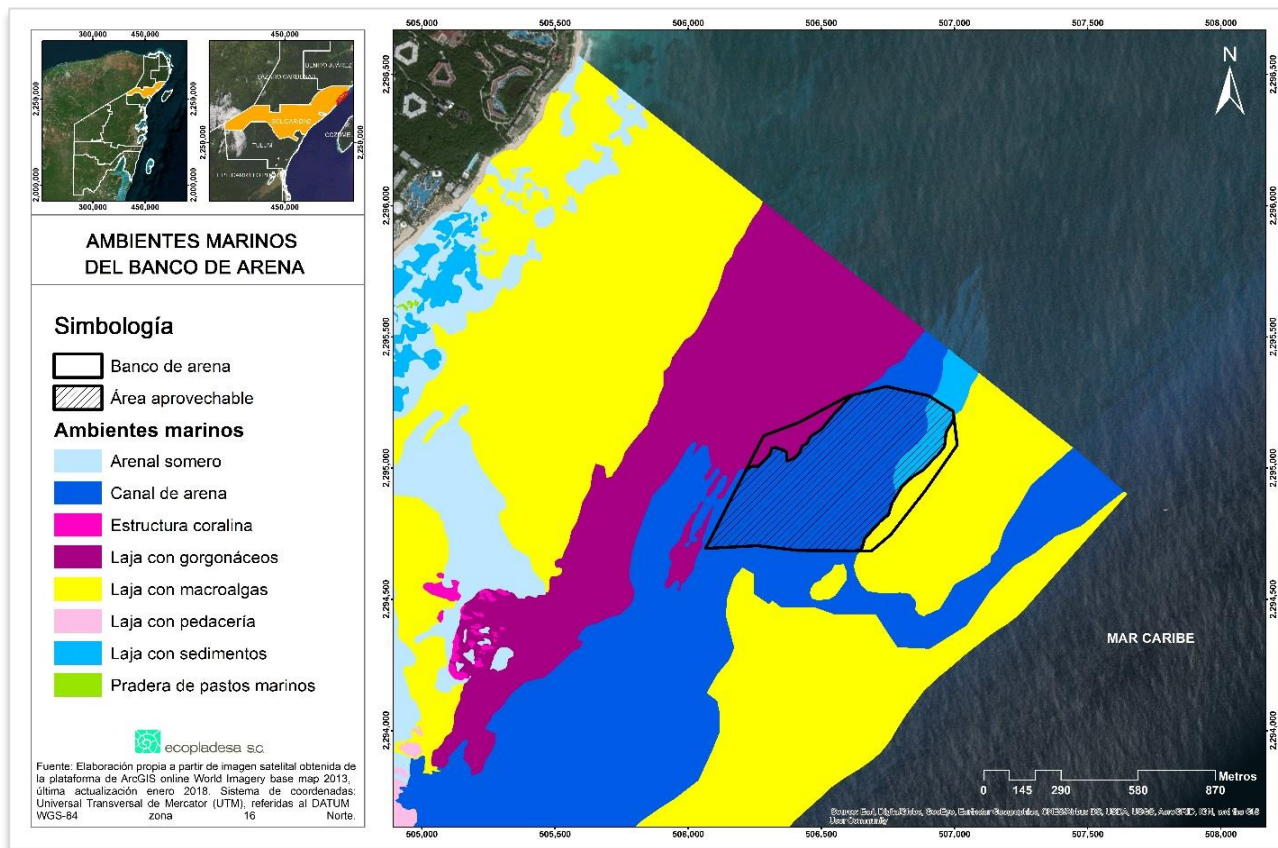


Figura 8. Se muestra el banco de arena con sus ambientes.

A continuación, se presenta la superficie de aprovechamiento del proyecto con respecto al SAR definido para el mismo. En la porción terrestre, el proyecto aprovechará una

superficie de 1.002 ha que representa el 0.047 % del SAR terrestre, mientras que en la parte marina se aprovechará una superficie de 2.22 ha, que representan 0.09 % del SAR marino. Además, que se extraerá arena de un banco marino en una superficie de 32.93Ha, que representa el 1.32 % del SAR marino.

Cuadro 9. Superficie de aprovechamiento del proyecto con respecto al SAR en la porción terrestre.

Concepto	Superficie (Ha)	%	Superficie del proyecto (Ha)	%
Tipos de vegetación				
Selva baja subcaducifolia	488.94	22.83	0.00	0.00
Selva baja costera	128.74	6.01	0.00	0.00
Manglar	884.88	41.32	0.00	0.00
Vegetación de duna	13.24	0.62	0.00	0.00
Subtotal	1,515.80	70.78	0.00	0.00
Otras coberturas				
Playa	25.77	1.20	1.002	0.047
Cuerpos de agua	7.61	0.36	0.00	0.00
Sin vegetación	35.15	1.65	0.00	0.00
Infraestructura	557.03	26.01	0.00	0.00
Subtotal	625.56	29.22	1.002	0.047
Total	2,141.36	100.00	1.002	0.047

Cuadro 10. Superficie de aprovechamiento del proyecto con respecto al SAR en la porción marina.

Concepto	Superficie (Ha)	%	Superficie del proyecto (Ha)	%
Arenal somero	352.97	14.18	0.28	0.01
Canal de arena	264.97	10.64	0.00	0.00
Estructura coralina	26.05	1.05	0.00	0.00
Laja con gorgonáceos	23.53	0.94	0.00	0.00
Laja con macroalgas	40.64	1.63	1.40	0.06
Laja con pedacería	71.85	2.89	0.00	0.00
Laja con sedimentos	293.20	11.77	0.54	0.02
Pradera de pastos marinos	1016.00	40.8	0.00	0.00
Rompiente arrecifal	400.70	16.09	0.00	0.00
Estructuras existentes	0.21	0.01	0.00	0.00
Total	2,490.12	100	2.22	0.09

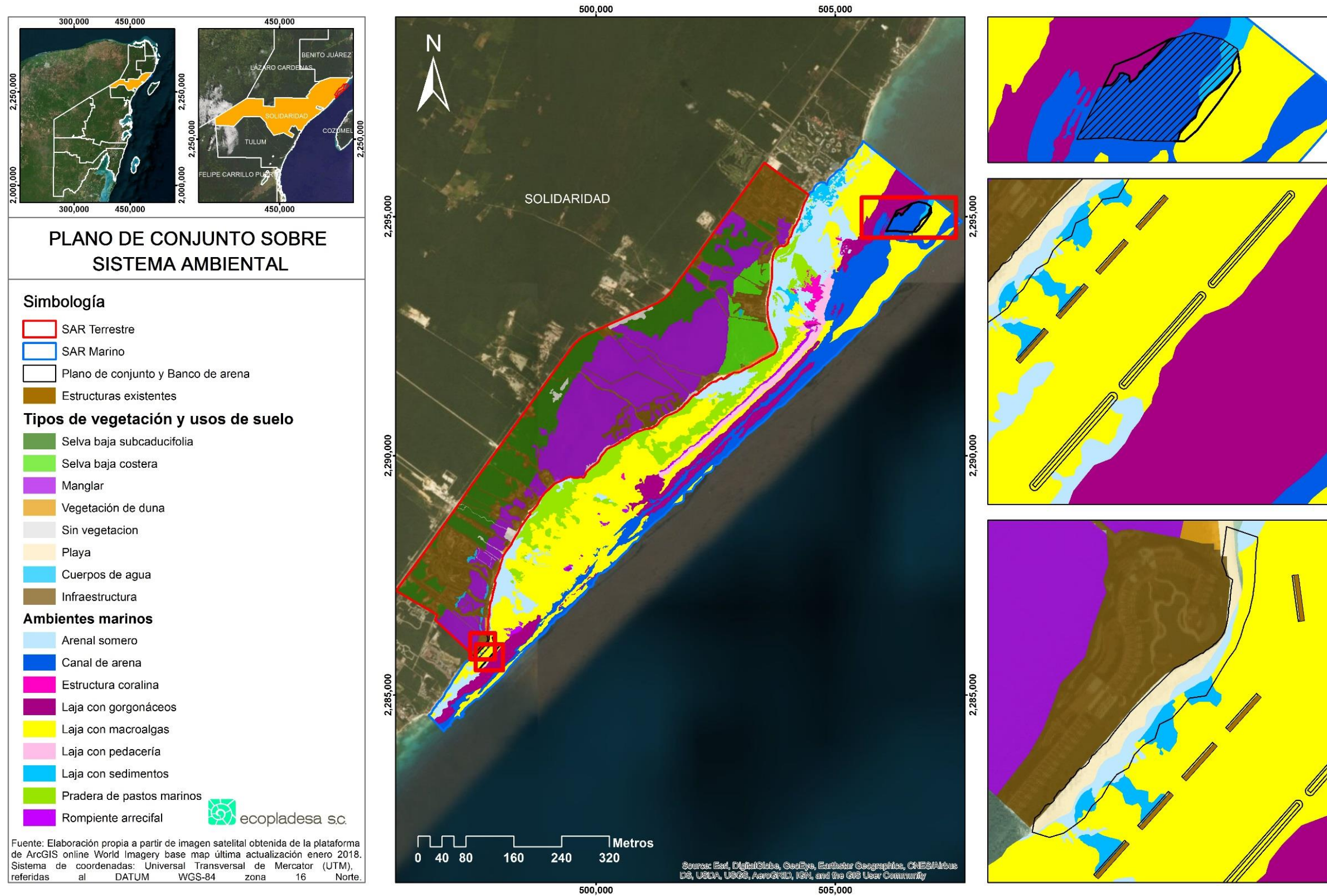


Figura 9. Áreas de aprovechamiento y de extracción de arena en el SAR terrestre y marino.



2.1 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

Actualmente, el Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en etapa operativa, por lo que se realizan actividades relacionadas con la atención de los huéspedes y el mantenimiento de las instalaciones. En la zona de playa se utilizan los camastros y sombrillas de playa por parte de los huéspedes y en la zona marina se mantienen los geotubos y protecciones de bolsacreto que fueron previamente instaladas desde el 2008.

El área de estudio se encuentra en el Municipio de Solidaridad y fuera de un centro de población, por lo que se rige de acuerdo a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 29 de mayo de 2009. De acuerdo a lo establecido por este instrumento el predio se ubica en la UGA 17, Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco, con política de aprovechamiento sustentable.

Estos instrumentos no incluyen UGA's en la zona marina, y toda vez que el proyecto se pretende establecer en la franja costera del Hotel Grand Velas y Casa Velas dentro del Sistema Ambiental Regional Punta Xcalococo-Punta Maroma, le es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (2012), de acuerdo con el cual se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental marina 178.

2.2 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Suministro de Servicios: Para realizar las actividades de Rehabilitación de la playa del Hotel Velas y Casa Velas se contará con todos los servicios requeridos.

Vialidades. Se puede acceder fácilmente al área donde se desplantará el proyecto, por medio del Hotel Velas y Casa Velas. A este se accede vía terrestre a través de la Carretera Federal 307, y del Hotel hacia la costa hay un camino que va desde la entrada.

Luz: Se requerirá energía eléctrica para la operación del rotomartillo con el cual se demolerá la cama intermedia de las estructuras existentes de bolsacretos.

Drenaje: Durante las etapas de preparación y construcción se utilizarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Durante la etapa operativa, en las actividades de mantenimiento, se utilizarán los sanitarios del hotel.

Agua: Durante la construcción de las obras no se requiere de agua cruda ya que se utilizarán elementos precolados para los arrecifes artificiales. En tanto que el agua potable para el uso de los trabajadores, será suministrada en garrafrones de 20 litros.

Recolección de residuos. Para llevar a cabo las obras se considera la instalación de sanitarios portátiles y contenedores para basura, en los andadores del hotel que colindan con la playa. En el caso de las aguas residuales serán dispuestas con la empresa

encargada de la renta de los sanitarios. En el caso de los residuos sólidos serán dispuestos juntos con los del hotel Grand Velas.

Para el proyecto que se propone no se requiere agua durante las etapas de operación y mantenimiento, toda vez que solo se trata de la construcción de infraestructura para la rehabilitación de la playa del frente costero.

2.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El objetivo del proyecto consiste en rehabilitar el frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas mediante la construcción de tres arrecifes artificiales, la extracción y transporte de arena para relleno de la playa, y la modificación de protecciones existentes.

Las obras y actividades que contempla el proyecto son las siguientes:

- a) Construcción de tres arrecifes artificiales paralelos a la costa que ayuden a disipar la energía del oleaje en condiciones normales y de tormenta, y proteger el frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas. En estos arrecifes se realizará el trasplante de corales.
- b) Extracción y transporte de arena de un banco marino para rellenar la playa durante la construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
- c) Relleno de playa durante la construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
- d) Modificación de protecciones de bolsacreto existentes, de manera que los bolsacretos de la corona se desplacen hacia la base del lado que da a la playa. Los bolsacretos de la segunda cama se demolerán y se utilizarán como base de los arrecifes artificiales. Con esta modificación el nivel de los bolsacretos tendrán una profundidad máxima de -0.8 m.

Una vez que el proyecto esté construido, es importante monitorear la playa y determinar los efectos después de períodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.

A continuación, se describen las obras que contempla el proyecto.

2.3.1 Arrecifes Artificiales.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de México y Mar Caribe, un arrecife artificial se define como: *el posicionamiento estratégico de estructuras de diversos materiales, acondicionadas para proveer hábitat y refugio a diversas especies de flora y fauna marina. Algunos arrecifes artificiales se han formado de manera accidental con barcos hundidos o parte de su cargamento. De igual forma, otros elementos arrojados al agua con ese propósito son: bloques y tubos de concreto, troncos de madera, carrocerías de automóviles, estructuras prefabricadas con fibra de vidrio y plástico y llantas usadas.*

De acuerdo con esta definición en el proyecto se pretende realizar la construcción de tres arrecifes artificiales empleando estructuras de concreto paralelos a la costa, los cuales ayudarán a disipar la energía del oleaje en condiciones normales y de tormenta, y proteger el frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas, y servirán como refugio de especies de flora y fauna marinas generando nuevos hábitats en las estructuras que serán sumergidas.

CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES

Para determinar el diseño que permitiera alcanzar de la mejor manera los objetivos del proyecto se analizaron varias opciones constructivas, considerando combinaciones de elementos paralelos, perpendiculares y angulados con respecto a la línea de costa, así como en diferentes elevaciones y materiales, las cuales se detallarán en el Capítulo VII de esta MIA-R.

Las protecciones paralelas a la costa se han usado por varias décadas para recuperar áreas perdidas por la acción del oleaje en orillas de ríos y costas. La teoría básica de estas estructuras es que refractan el oleaje y lo hacen menos intenso, las olas continúan su camino hacia la costa con un ángulo diferente y chocan entre sí detrás de la protección. El acarreo que generan en ese movimiento forma una “saliente”, y cuando esta “saliente” se une a la estructura se llama “tómbolo”, como se puede ver en la Figura 10.

Las protecciones perpendiculares u oblicuas a la costa tienen como propósito reducir la erosión costera interrumpiendo parcialmente el transporte litoral y reteniendo sedimentos aguas arriba. Al diseñarlas con secciones paralelas a la costa se busca que estas refracten la energía del oleaje disminuyendo su intensidad y cambiando su dirección, logrando que choquen entre ellas detrás de la protección. El acarreo que provoca este oleaje se deposita en la parte protegida de la estructura generando una costa curvada.

En este proyecto se eligieron las estructuras paralelas a la costa buscando siempre la mayor probabilidad de capturar arena y contener los sedimentos ganados sin interrumpir por completo el paso del sedimento.

Al respecto cabe señalar que los arrecifes artificiales estarán muy alejados de la costa de manera que no se formen tómbolos, se propone construir los arrecifes artificiales de manera que la corona alcance el nivel medio del mar para que el rompimiento de la ola sea de manera suave sin chocar con los arrecifes artificiales y crear reflexión.

El objetivo del modelo de arrecifes artificiales propuesto es imitar e incrementar el efecto protector de la costa que tienen los arrecifes naturales sin generar afectaciones a las zonas colindantes. De ahí que su ubicación esté alineada al único parche de rompiente arrecifal que se ubica al norte de Punta Bete.

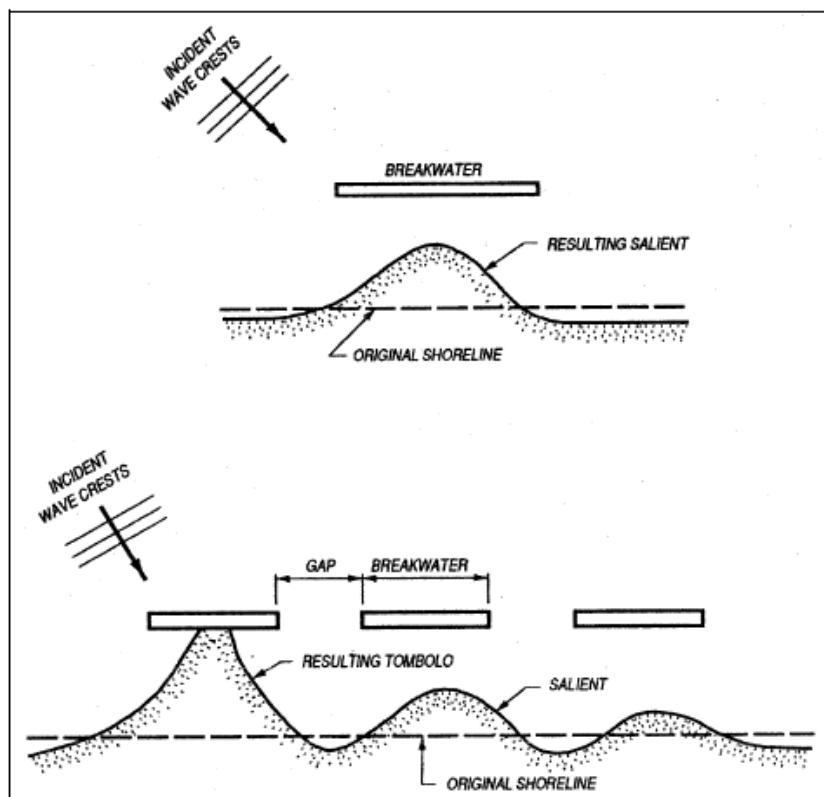


Figura 10. Se muestra la formación de salientes o tómbolos.

Una vez que el proyecto esté construido, es importante monitorear la playa y determinar los efectos después de períodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.

En el proceso de diseño se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones: la longitud de los Arrecifes artificiales, la separación que existe entre el eje de los Arrecifes artificiales y la costa, el procedimiento constructivo que se adoptará, así como la alineación y posición de cada una de las estructuras con respecto a la costa y al arrecife natural.

A continuación se comentan otras consideraciones sobre la zona de desplante:

- 1) Que sea plana o con un talud muy ligero para que la colocación de las estructuras sea estable.
- 2) Que se encuentren a una distancia considerable de la línea de costa, para que la playa se pueda ensanchar; la longitud de diseño y la distancia entre estructuras está relacionado con los efectos que se esperan obtener. Si hay una línea arrecifal de referencia tomar de base para semejar el efecto natural de estos.
- 3) Se toma en consideración la relación volumen-costos, proyectando estructuras en profundidades relativamente someras, esto para evitar el incremento de los volúmenes de construcción y en consecuencia los costos.

- 4) Que no estén situados sobre arrecifes naturales, procurando así causar el menor impacto posible sobre la vida marina existente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES DE GRAN VELAS.

Con base en los criterios antes descritos, el diseño del proyecto quedó conformado por tres arrecifes artificiales con las siguientes características considerando su profundidad de desplante, longitud, distancia entre ellos, ancho de corona, nivel de corona respecto de la marea media y superficie de desplante total. En la Figura 11 se presenta la distancia que tienen los arrecifes a la línea de costa.

Cuadro 11. Se indican las características que tendrán los arrecifes artificiales.

ARRECIFES ARTIFICIALES	1	2	3
Longitud (m)	200.00	200.00	200.00
Superficie de desplante total (m):	2,802.85	2,942.74	3,364.12
Ancho de Corona (m):	6.00	6.00	6.00
Profundidad de desplante promedio (m):	± 2.0 a 2.5	± 2.0 a 2.5	± 2.0 a 2.5
Nivel de Corona respecto a marea media (m):	0.00	0.00	0.00
Distancia hacia la costa (m):	238.20	254.90	253.60
Distancia hacia la siguiente estructura (m)	25.0	25.0	25.0

La profundidad de desplante promedio está definida en función del análisis de batimetría general que se hizo para la MIA-R, sin embargo, al momento de instalar los arrecifes se realizará la batimetría con detalle en las zonas específicas de desplante, para cumplir con los niveles propuestos.

En el siguiente cuadro se presentan las superficies que ocupará cada arrecife de cada tipo de ambiente marino.

Cuadro 12. Se indica la superficie que ocupará cada arrecife por tipo de ambiente marino.

Arrecifes artificiales	Laja con macroalgas	Arenal somero	Total
Arrecife 1	2,802.85	0.00	2,802.85
Arrecife 2	2,942.74	0.00	2,942.74
Arrecife 3	3,293.30	70.82	3,364.12
Total	9,038.89	70.82	9,109.71

En la Figura 12 se presentan los tres arrecifes artificiales sobre los ambientes sobre los que se desplantarán. Y su alineación con el arrecife natural ubicado a 250 m al norte frente al hotel Mayacobá.

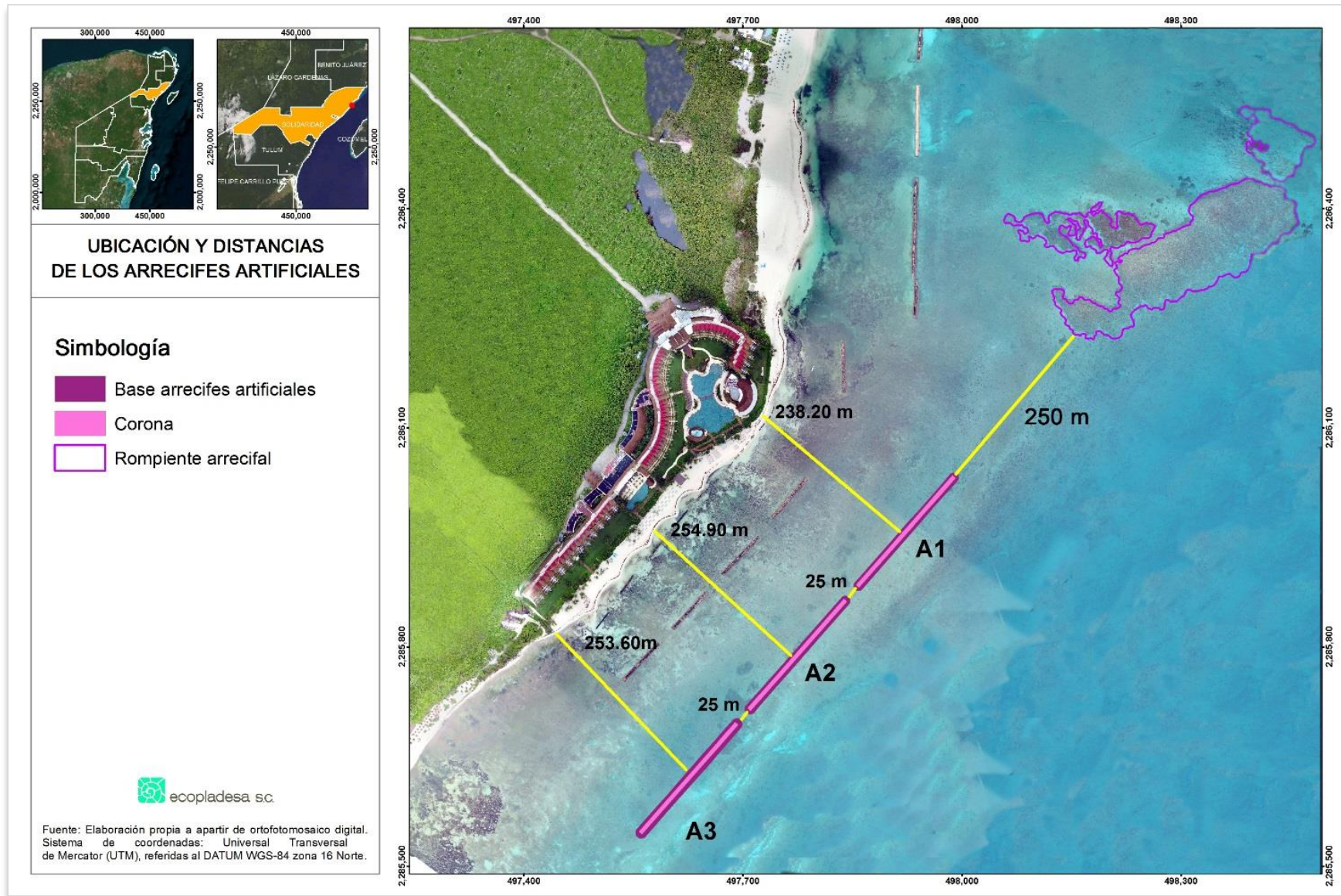


Figura 11. Se presenta la distancia de los arrecifes a la línea de costa, la distancia que guardan entre ellos y con el parche de rompiente arrecifal ubicado al norte.

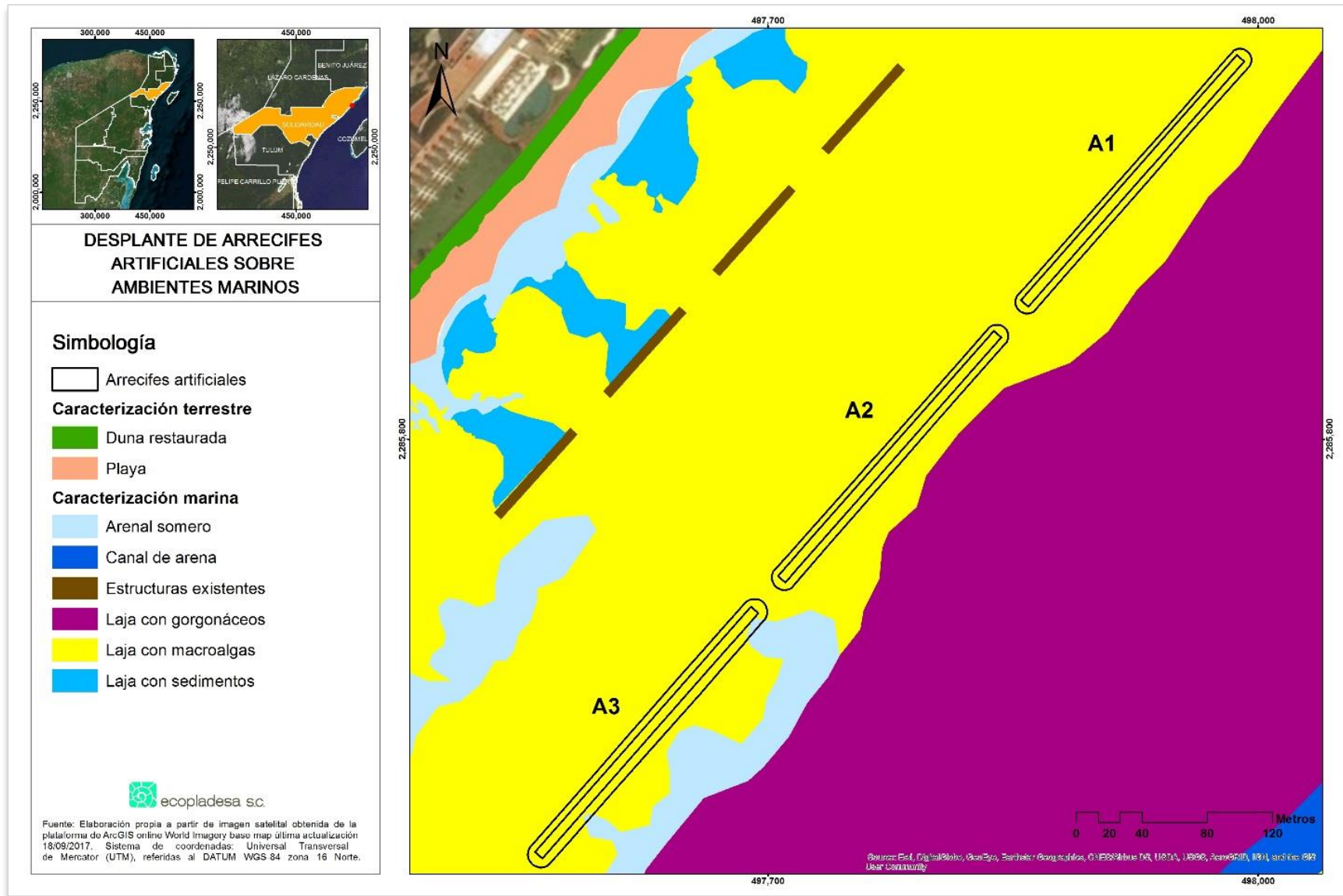


Figura 12. Se presenta el desplante de los arrecifes artificiales sobre los ambientes marinos.

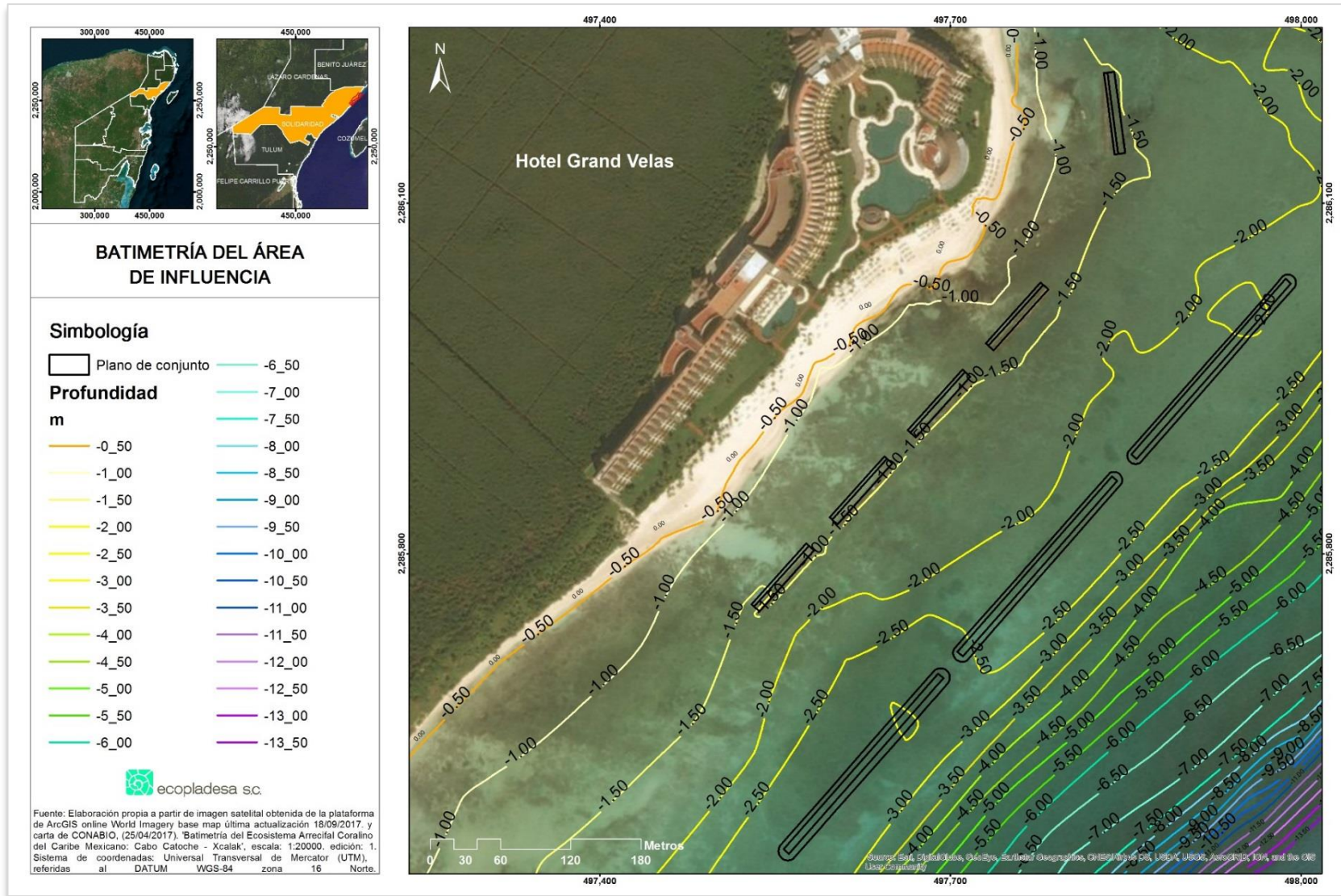


Figura 13. Se presenta la batimetría del área y los arrecifes artificiales.

Los arrecifes se desplantarán mayormente sobre una zona de laja con macroalgas y en menor proporción sobre arenal somero en una superficie total de 9,109.71 m², lo cual representa el 0.036 % del SAR marino. Cabe señalar que el aprovechamiento total en la porción marina será de 2.22 ha, que representa el 0.09 % del SAR marino.

Tomando en cuenta lo anterior, se propone construir tres arrecifes artificiales de 200 m de longitud derivada del cálculo de eficiencia de protección para lograr los objetivos de recuperación de playa y servicios ambientales de forma relativamente rápida, pero sin implicar un alto costo ambiental ni económico. La playa resultante será muy dinámica y puede estar sujeta a periodos de pérdida y recuperación a lo largo del año.

Los tres Arrecifes artificiales denominados como A1, A2 y A3, se construirán de forma paralela a la línea de costa alineados con el arrecife natural presente al norte de punta Bete.

Estos serán rectos y se formarán con elementos de concreto precolados de forma de cubo ranurado, que se colocarán de forma aleatoria para crear una cara irregular en donde las olas rompan y liberen energía sin tener mucha reflectividad.

Los arrecifes artificiales tendrán la corona de 6 m de ancho y tendrán un nivel de marea media, y un talud 2 a 1 en la parte expuesta al oleaje y 1.5 a 1 en la parte protegida.

Los cubos ranurados serán fabricados de concreto hidráulico armado con aditivos especiales que previenen la corrosión por cloruros marinos y con la resistencia de acuerdo al diseño para asegurar la calidad y durabilidad de los mismos. Éstos no liberan sustancias tóxicas al agua (Figura 14a).



Figura 14a. Se muestra el tipo de cubos ranurados que se utilizarán para los arrecifes. En el caso de Grand Velas no serán visibles ya que estarán a nivel medio del mar.

Estos arrecifes artificiales podrán funcionar como hábitats para la vida marina, además con el fin de crear un ambiente que pueda albergar mayor diversidad de especies se propone realizar el trasplante de corales.

Los corales que se utilicen para el trasplante serán obtenidos a través de convenios con instituciones de gobierno que mantienen viveros de coral como el INAPESCA de Puerto Morelos Q.Roo o con alguna A.C. especializada en ello (Figura 14b). El número y especies a utilizar, y las actividades de monitoreo se definirán una vez que se establezca el convenio con la Institución que proporcionará los corales.



Figura 14b. Se muestra un ejemplo del trasplante de estos organismos en arrecifes artificiales y naturales (Fuente: página web de Oceanus A.C.).

Los tres arrecifes artificiales proyectados se encontrarán separados a lo largo del eje por distancias de 25.0 m entre cada uno, lo cual garantiza que las diversas especies marinas que se distribuyen en la zona puedan moverse libremente entre la playa y el mar. De esta forma, las especies podrán continuar con sus patrones de movimiento en el área y no se verán interrumpidos sus procesos de alimentación ni de reproducción.

Por otra parte, el peso y forma de los arrecifes artificiales garantiza que no se moverán por el efecto del oleaje y las corrientes, de tal forma que no podrán afectar otras áreas ni otros ambientes dentro de la zona de influencia del proyecto ni del SAR. Para garantizar lo anterior, se realizaron cálculos de la energía que la ola ejercerá contra los arrecifes artificiales, derivado de lo anterior se obtuvo que se requeriría una energía de empuje superior a los 871 Kg para mover los arrecifes y estos tendrán un peso de 20,627.1 Kg (20.63 Ton) y 1 m³ de dimensión, es decir 23 veces más el peso requerido. Los cálculos realizados se incluyen en el Capítulo IV de este estudio.

COORDENADAS

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de los ejes de cada arrecife propuesto.

Cuadro 13. Se muestran las coordenadas de los arrecifes artificiales en UTM, WGS84, Zona 16 Norte.

Vértice	COORDENADAS ARRECIFE ARTIFICIAL A1			
1	X	497,935.1594	Y	2,285,960.8587
2	X	497,961.2667	Y	2,285,991.1672
3	X	497,994.7305	Y	2,286,028.3221
4	X	497,984.4435	Y	2,286,037.3808
5	X	497,988.8118	Y	2,286,031.9712
6	X	497,977.9132	Y	2,286,029.8068
7	X	497,951.7481	Y	2,285,999.5492
8	X	497,925.0223	Y	2,285,969.7854
9	X	497,852.2002	Y	2,285,887.3417
10	X	497,862.6071	Y	2,285,878.1774
11	X	497,858.4903	Y	2,285,883.9935
12	X	497,882.3634	Y	2,285,900.7539
1	X	497,935.1594	Y	2,285,960.8587

Vértice	COORDENADAS ARRECIFE ARTIFICIAL A2			
1	X	497,776.7873	Y	2,285,780.5302
2	X	497,803.0732	Y	2,285,810.6813
3	X	497,829.4789	Y	2,285,840.7270
4	X	497,846.0003	Y	2,285,859.4898
5	X	497,835.6773	Y	2,285,868.5802
6	X	497,840.0440	Y	2,285,863.1325
7	X	497,819.1547	Y	2,285,849.8184
8	X	497,792.6995	Y	2,285,819.8164
9	X	497,766.2066	Y	2,285,789.8475
10	X	497,726.4545	Y	2,285,744.9055
11	X	497,703.0965	Y	2,285,718.8384
12	X	497,714.3776	Y	2,285,708.9043
13	X	497,710.1008	Y	2,285,715.4200
14	X	497,737.1881	Y	2,285,735.4535
15	X	497,776.7873	Y	2,285,780.5302

Vértice	COORDENADAS ARRECIFE ARTIFICIAL A3			
1	X	497,658.8602	Y	2,285,644.5335
2	X	497,685.0962	Y	2,285,674.7286
3	X	497,698.1101	Y	2,285,689.9178
4	X	497,686.4089	Y	2,285,700.2219
5	X	497,691.6420	Y	2,285,694.3686
6	X	497,673.0588	Y	2,285,685.3287
7	X	497,646.4987	Y	2,285,655.4191
8	X	497,624.8000	Y	2,285,630.5960
9	X	497,617.3886	Y	2,285,622.1107
10	X	497,593.8724	Y	2,285,595.1648
11	X	497,567.4364	Y	2,285,565.1459
12	X	497,554.2011	Y	2,285,550.1516
13	X	497,566.0624	Y	2,285,539.7065
14	X	497,560.9282	Y	2,285,545.8335
15	X	497,579.2944	Y	2,285,554.7036
16	X	497,605.6637	Y	2,285,584.7814
17	X	497,658.8602	Y	2,285,644.5335

A continuación se describen las características de los arrecifes artificiales.

Arrecife Artificial A1.

La estructura principal del arrecife artificial 1 tendrá 200 m de largo, 13.62 m de ancho y se encontrará ubicado a 238.20 m de la línea de costa del predio a un costado de Punta Bete. Su corona estará al nivel de marea media y ocupará una superficie de desplante de 2,802.85 m² (Figura 15). Este se desplantará sobre una zona de laja con macroalgas.

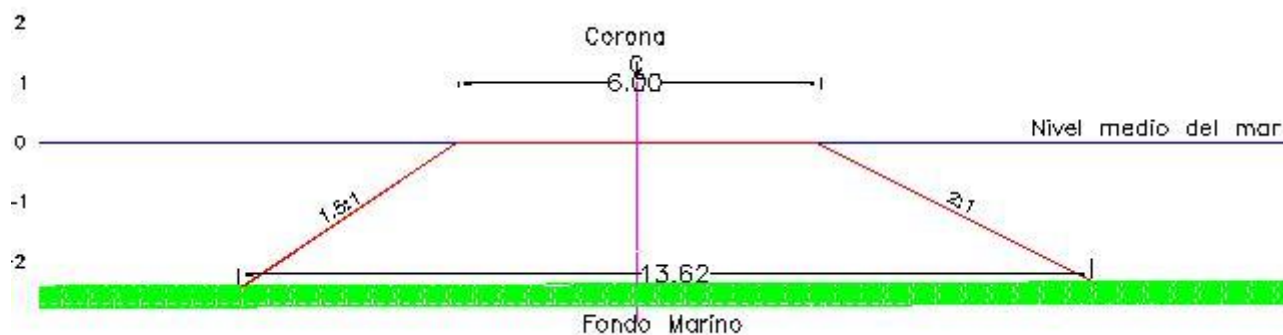


Figura 15. Se muestra un corte del Arrecife artificial 1.

En esta zona se registraron algunas colonias dispersas de corales escleractinios y gorgonáceos, principalmente de tamaños pequeños, que serán rescatados en caso que

se registren, al momento de trazar el área de desplante del arrecife y que sean susceptibles de ello (Figura 16). Este arrecife artificial queda separado por una distancia de 250 m del único parche de rompiente arrecifal que se identificó en el área de influencia indirecta del proyecto, y que está ubicado frente al predio de Mayacobá.



Figura 16. Se muestra la zona de laja con macroalgas donde se desplantará el arrecife 1.

Arrecife Artificial 2.

La estructura principal del arrecife artificial 2 tendrá 200 m de largo y 14.15 m de ancho, y se encontrará ubicado a 254.90 m de la línea de costa del predio. Su corona estará al nivel de marea media y ocupará una superficie de desplante de 2,942.74 m² (Figura 17). Este se desplantará sobre zonas de laja con macroalgas.

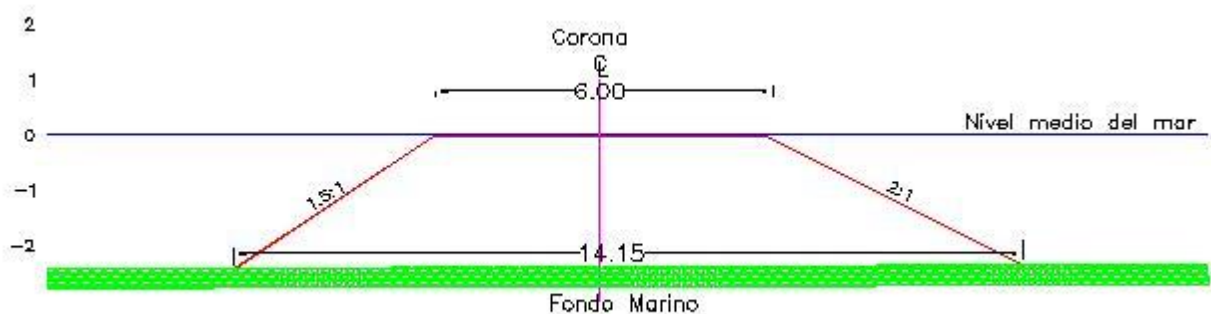


Figura 17. Se muestra un corte del Arrecife artificial 2.

En esta zona también se registraron algunas colonias dispersas de corales escleractinios y gorgonáceos, principalmente de tamaños pequeños, que serán rescatados en caso que se registren al momento de trazar el área de desplante del arrecife y que sean susceptibles de ello (Figura 18).

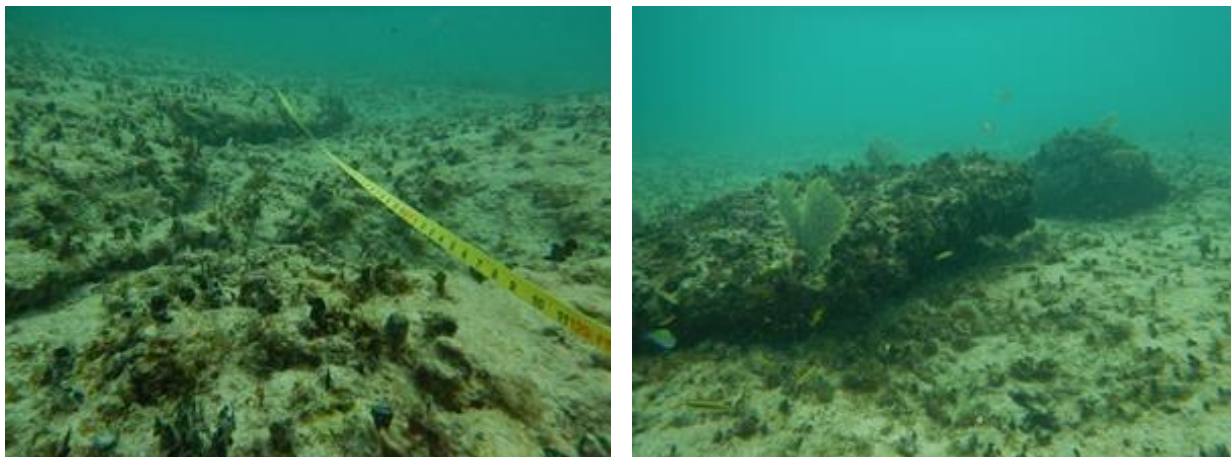


Figura 18. Se muestran las condiciones de la zona de desplante del arrecife 2.

Arrecife Artificial 3.

La estructura principal del arrecife artificial 3 tendrá 200 m de largo y 16.27 m de ancho, y se encontrará ubicado a 253.60 m de la costa del predio. Su corona estará al nivel de marea media y ocupará una superficie de desplante de 3,364.12 m² (Figura 19). Este se desplantará sobre zonas de laja con macroalgas y arenal somero.

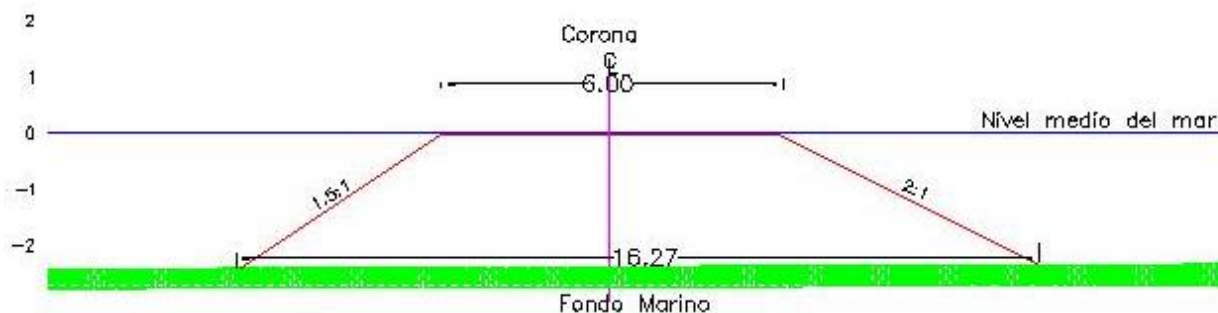


Figura 19. Se muestra un corte del Arrecife artificial 3.

En el ambiente de laja con macroalgas se observaron algunos parches de arena entre la laja calcárea, que corresponde a las zonas con arenal somero.

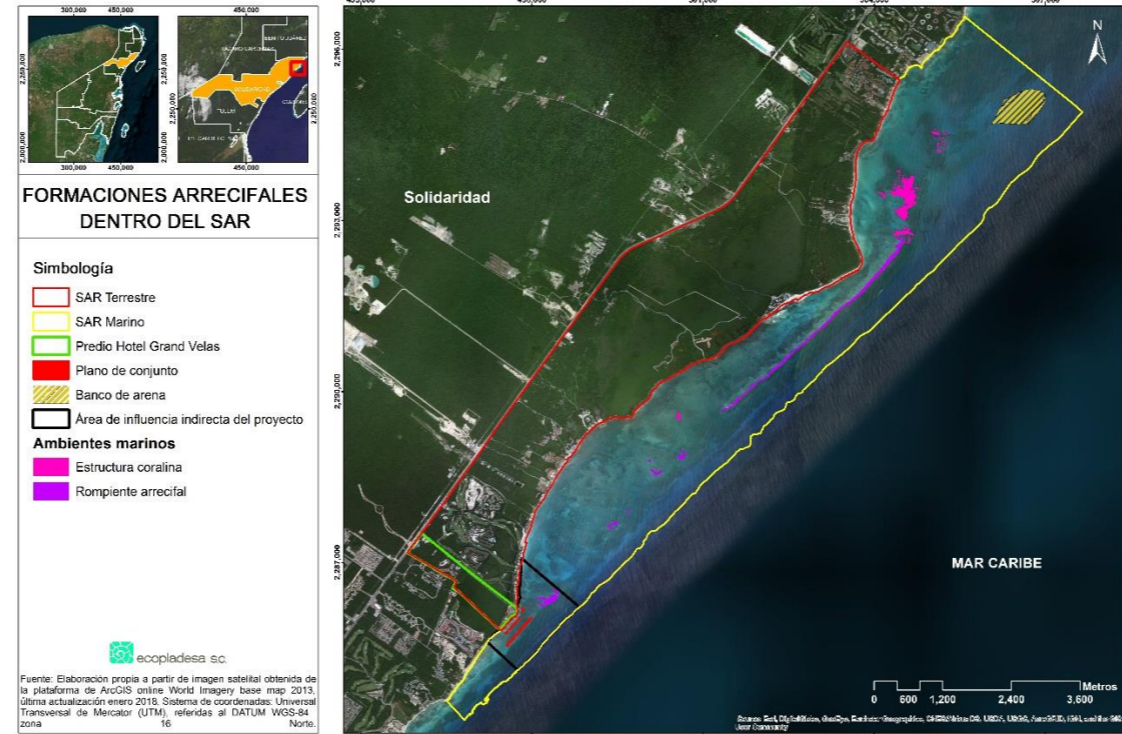


Figura 20. Se muestra la zona de desplante del arrecife 3.

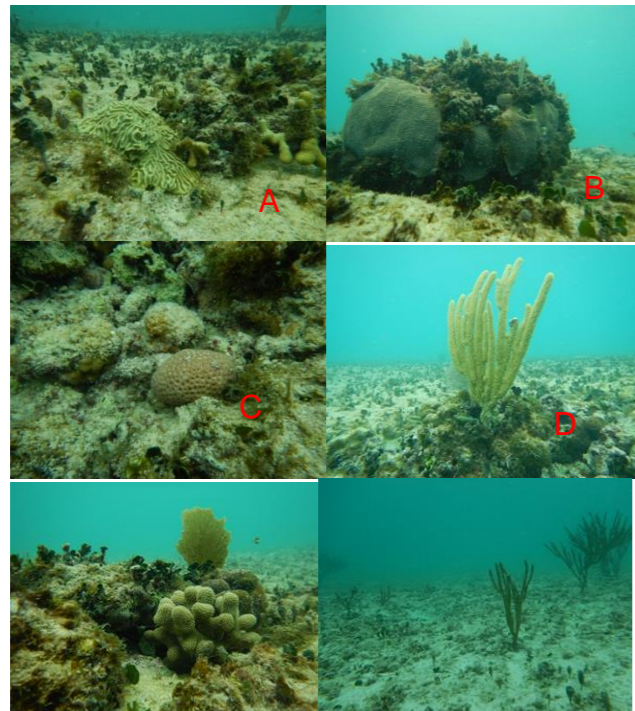
En la siguiente imagen se presenta el área de desplante del proyecto y las formaciones arrecifales existentes en el SAR. Como se muestra el proyecto no se desplantará sobre estas, cabe señalar que en las áreas de desplante de los arrecifes artificiales sólo se encontraron algunas colonias dispersas de corales, que no corresponden a una formación ni comunidad arrecifal (Figura 21).



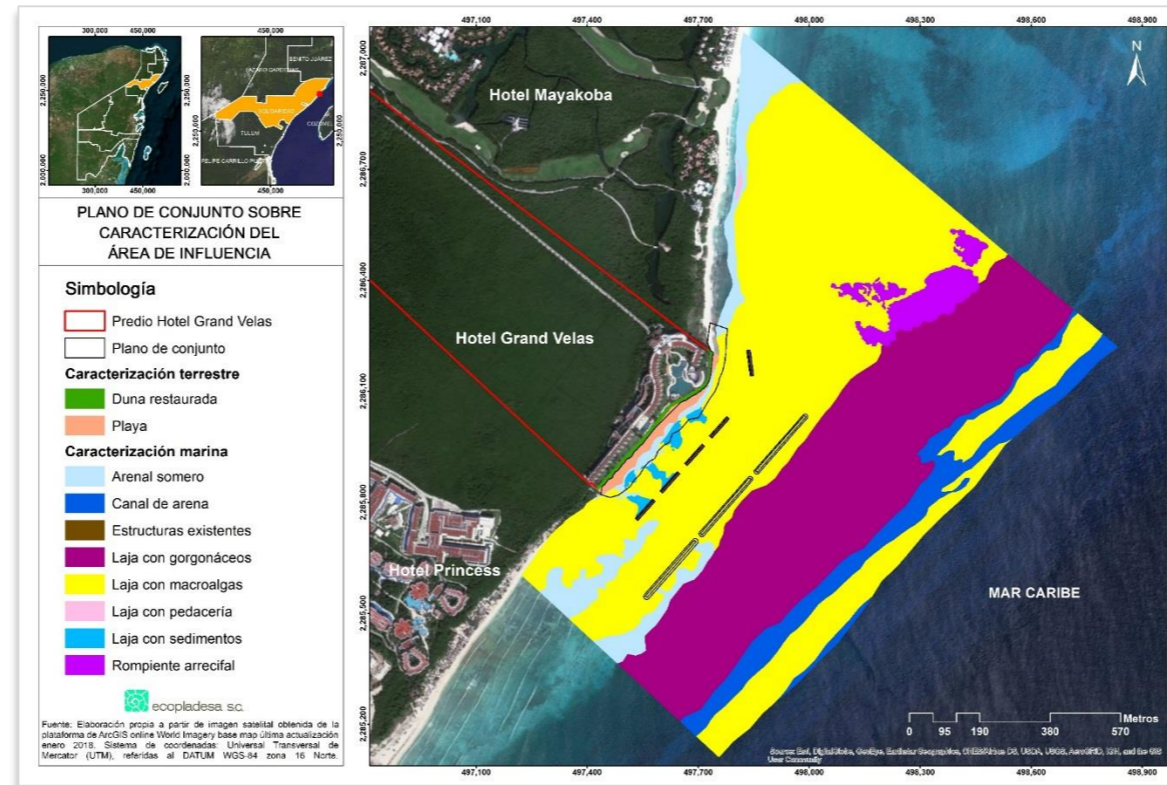
Ejemplos de estructura coralina dentro del SAR



Ejemplos de rompiete arrecifal dentro del SAR



Áreas de desplante de los arrecifes artificiales de laja con macroalgas con algunas colonias dispersas de corales duros y corales blandos. Ejemplos: *Porites porites*, *Millepora complanata*, *Pseudodiploria clivosa* (A), *Orbicella annularis* (B), *Siderastrea* sp. (C), los plexauridos *Eunicea mammosa*(D), *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*.



Rompiete arrecifal área de influencia indirecta del proyecto frente a Mayacobá.



Laja con gorgonáceos

Figura 21. Se muestra las formaciones arrecifales del SAR y en el área de influencia indirecta del proyecto, así como las colonias de corales registradas en las áreas de desplante y de influencia indirecta.

2.3.2 Modificación de protecciones existentes.

Como se mencionó previamente se construyeron 5 protecciones de bolsacreto en el año 2008, dichas estructuras tienen un nivel de corona de 0.20 m sobre el nivel medio del mar. Estas protecciones funcionaron bien por varios años y ahora ya no proveen protección suficiente.

Las estructuras actuales serán modificadas de la siguiente forma: los bolsacretos de la corona serán desplazados hacia la base del lado que da a la playa, aumentando el ancho de la estructura a nivel del fondo marino. Los bolsacretos que se encuentran en la segunda cama se demolerán con un rotomartillo neumático sumergible de manera que tengan un tamaño que pueda ser movido por un hombre, y se utilizarán como base de los rompeolas A1, A2 y A3 usando una embarcación de apoyo de 30 pies (calado de 1m). De esta manera los bolsacretos que queden tendrán una profundidad máxima de -0.8 m.

De esta manera, se ampliará el ancho de la estructura en 3.0 m y se quedarán con un largo de 70.0 m. La sección de las protecciones modificadas que se amplía en el fondo marino tendrá un ancho de 3.0 m y un largo de 70.0 m con una superficie de 210.0 m² cada una. Estas quedarán a -0.8 m del nivel de marea y podrán ser hábitats para la vida marina como lo son actualmente. En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de las protecciones modificadas.

Cuadro 14. Se presentan las coordenadas de las áreas de ampliación de las protecciones (polígonos de 210 m²).

PROTECCIONES DE BOLSACRETO				
Vértice	COORDENADAS PROTECCIÓN 1			
1	X	497,578.8628	Y	2,285,806.9528
2	X	497,532.1024	Y	2,285,754.8619
3	X	497,529.8699	Y	2,285,756.8659
4	X	497,576.6304	Y	2,285,808.9568
Vértice	COORDENADAS PROTECCIÓN 2			
1	X	497,645.6995	Y	2,285,881.3360
2	X	497,598.9391	Y	2,285,829.2451
3	X	497,596.7066	Y	2,285,831.2491
4	X	497,643.4670	Y	2,285,883.3400
Vértice	COORDENADAS PROTECCIÓN 3			
1	X	497,712.5427	Y	2,285,955.7133
2	X	497,665.7823	Y	2,285,903.6224
3	X	497,663.5498	Y	2,285,905.6264
4	X	497,710.3103	Y	2,285,957.7173
Vértice	COORDENADAS PROTECCIÓN 4			
1	X	497,779.3334	Y	2,286,030.1377
2	X	497,732.5730	Y	2,285,978.0468

PROTECCIONES DE BOLSACRETO				
3	X	497,730.3405	Y	2,285,980.0509
4	X	497,777.1010	Y	2,286,032.1418
Vértice	COORDENADAS PROTECCIÓN 5			
1	X	497,843.5116	Y	2,286,142.0743
2	X	497,840.5377	Y	2,286,141.6800
3	X	497,831.3362	Y	2,286,211.0726
4	X	497,834.3102	Y	2,286,211.4669

El área de ampliación de las protecciones se desplantará sobre laja con macroalgas y sobre laja con sedimentos. En la Figura 22 se presentan las protecciones modificadas sobre los ambientes en los que se desplantarán.

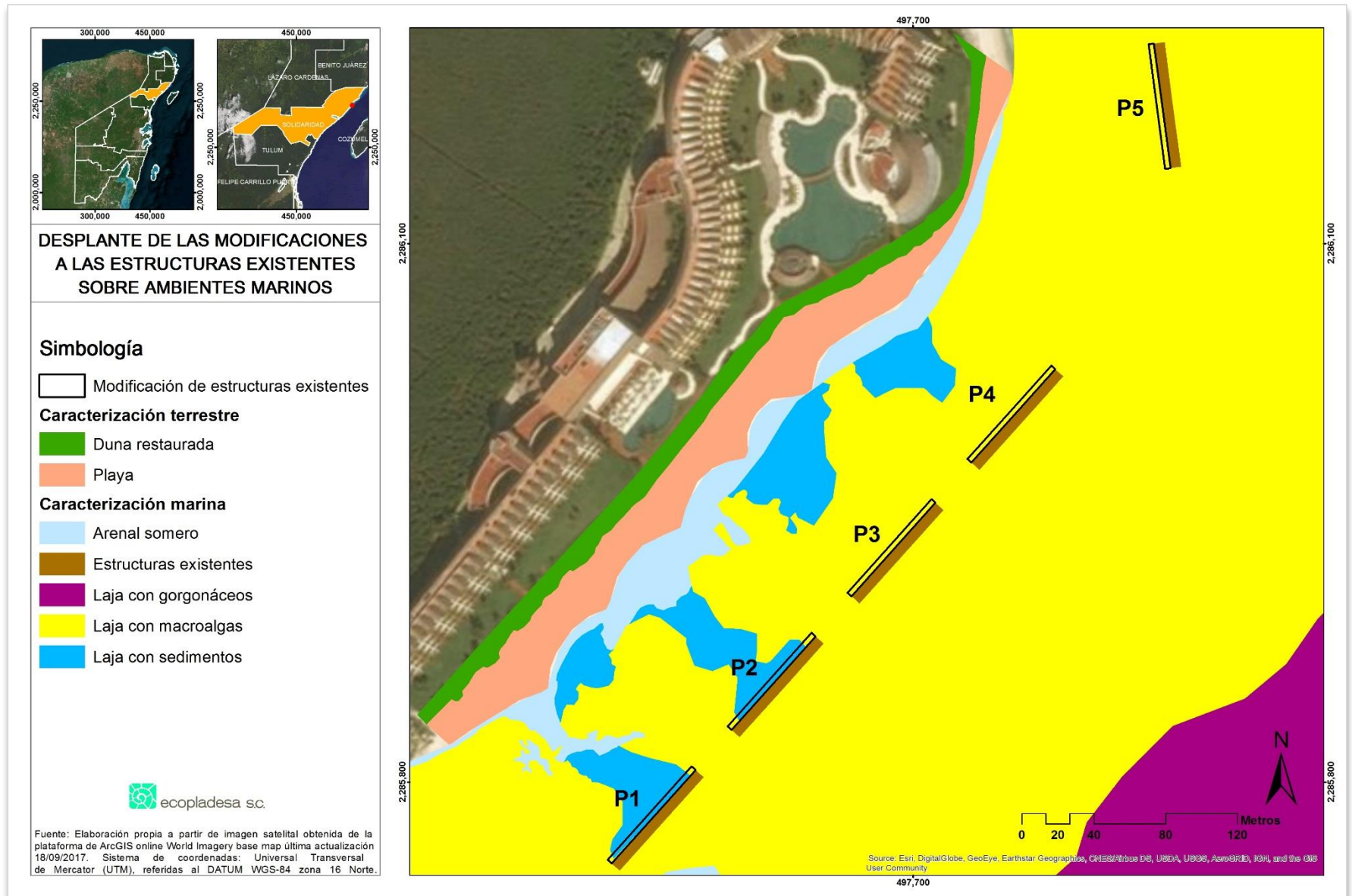


Figura 22. Se presenta el desplante de las protecciones modificadas sobre los ambientes marinos.

2.3.3 Extracción de Arena.

En el frente de playa del desarrollo Grand Velas Riviera Maya la arena es escasa porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio. Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.

Para desarrollar el relleno de playa se requerirá del aprovechamiento de un banco de arena con una superficie de 389,018.57 m², que tiene un área aprovechable de 329,264.38 m² (32.93 ha), del que se extraerán 47,104.12 m³ de arena que son necesarios para el relleno de playa en la etapa de construcción del proyecto. Las características y ubicación de este banco denominado A3 y sus coordenadas se presentan en los siguientes cuadros. En la Figura 23 se muestra la ubicación del banco marino 3A, de donde se extraerá la arena requerida para el proyecto. Este banco se ubica a la altura del hotel Vidanta.

Cuadro 15. Se presenta las características del banco de arena.

Banco	Superficie aprovechable (m ²)	Grosor de cama de arena (m)	Volumen estimado (m ³)	Volumen a extraer (m ³)	Distancia al sitio (Km)
3A	298,846.08	0.50	58,031.00	47,104.12	12.30 Km

Cuadro 16. Coordenadas de los vértices que conforman el banco de arena.

Vértice	X	Y
1	506,065.0400	2,294,693.9700
2	506,283.4800	2,295,123.2300
3	506,415.5600	2,295,174.0300
4	506,598.4400	2,295,273.0900
5	506,743.2200	2,295,311.1900
6	506,903.2400	2,295,275.6300
7	506,994.6800	2,295,217.2100
8	507,009.9200	2,295,087.6700
9	506,890.5400	2,294,914.9500
10	506,761.0000	2,294,747.3100
11	506,687.3400	2,294,683.8100
12	506,413.0200	2,294,686.3500
13	506,260.6200	2,294,704.1300
14	506,065.0400	2,294,693.9700

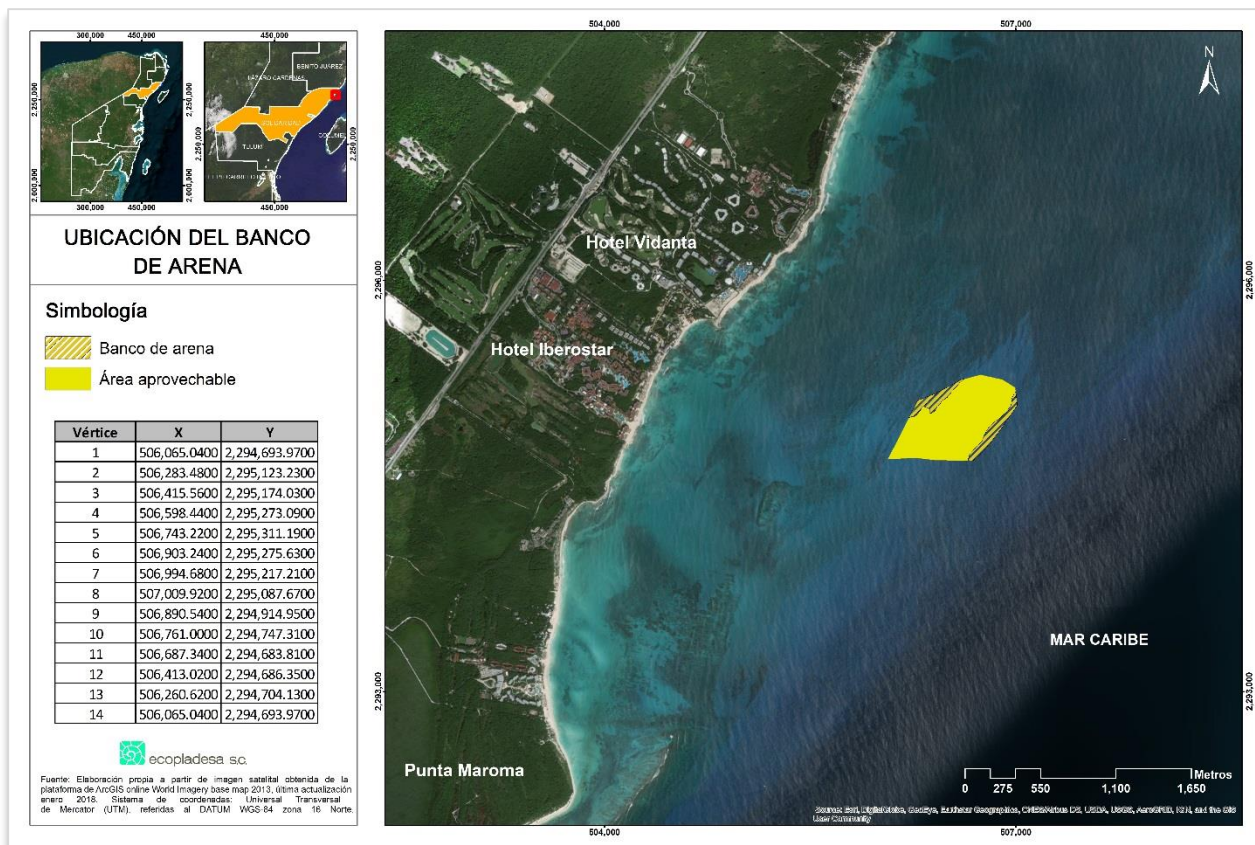


Figura 23. Se muestra la ubicación del banco de arena.

La selección de dicho banco se derivó de una prospección de once bancos de la zona realizada por Tecnoceano. En el Estudio de exploración de bancos (Anexo técnico 2) se describe la metodología que se utilizó para explorar dichos bancos.

La selección del banco 3A respondió a que:

- ✓ Posee arena compatible con la del sitio a recuperar.
- ✓ Cuenta con un volumen de arena estimado de 58,031.00 m³, el cual es superior al requerido por el proyecto.
- ✓ La cama de arena muestra espesores máximos de 0.50 m y mínimos de 0.10 m.
- ✓ El banco se encuentra fuera de un ANP, la más cercana está a una distancia de 604.00 m y corresponde a la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.
- ✓ El banco posee un canal de arena, que corresponde al área aprovechable. También posee en sus extremos los ambientes de laja con macroalgas, laja con gorgonáceos y laja con sedimentos que, por su ubicación y poco grosor de arena, no serán considerados en la extracción.

La arena de los bancos proviene del arrecife y también llega desde la costa cuando el oleaje de tormenta la mueve hasta una profundidad en la que ya no es afectada por el oleaje y ya no puede regresar a partes más someras, eventualmente nueva arena llegará a este banco, sin embargo, es muy difícil calcular la tasa de recuperación.

Los bancos de arena explotados para los proyectos de recuperación costera de la zona tienen un tiempo de recuperación o regeneración que es indeterminado, debido a que depende de múltiples variables como tormentas estacionales, huracanes, corrientes típicas y atípicas, oleaje, flujo de sedimentos normal y extraordinario, análisis cuantitativo de sedimentos disponibles en la zona, estructuras antropogénicas e incertidumbre acerca del tiempo de generación natural de arena debido a la degradación, entre otras.

Para llevar a cabo una modelación de sedimentos a esa escala sería necesario hacer estudios de corrientes en sitio en cada una de las temporadas del año, hacer un modelo macro que incluyera zonas grandes, muestreos de sedimentos en sitio, calibraciones constantes hasta por 1 año y consideramos que los resultados obtenidos tendrían inevitablemente una incertidumbre alta debido a las variables mencionadas.

La extracción de la arena del banco 3A no representa riesgo de erosión en las playas circundantes debido a que representa una zona de acumulación que se ha formado con el paso del tiempo. La arena localizada en el banco 3A no forma parte del sistema ni al flujo de sedimentos que se encuentra en la costa y en aguas someras.

Los sedimentos encontrados en los bancos en aguas medianamente profundas como el caso del Banco 3A fueron extraídos por alguna tormenta estacional o huracán de las playas en algún momento en el tiempo debido a las marejadas, resaca y oleaje extraordinario, sin embargo, estos sedimentos ya no regresan de manera natural en grandes cantidades a las costas.

2.3.4 Relleno de Playa.

El relleno de playa se realizará en una superficie de 22,053.93 m², que abarca la zona de playa del hotel y parte de la zona marina (Figura 24). En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas del área de relleno de playa.

Cuadro 17. Se presentan las coordenadas del relleno de arena.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	497,462.65	2,285,813.34	38	497,757.45	2,286,256.56	75	497,665.50	2,286,014.98
2	497,448.99	2,285,815.71	39	497,761.39	2,286,250.06	76	497,662.30	2,286,009.49
3	497,438.03	2,285,820.21	40	497,764.01	2,286,244.90	77	497,657.68	2,286,002.34
4	497,440.72	2,285,824.83	41	497,765.83	2,286,240.44	78	497,652.95	2,285,997.22
5	497,445.74	2,285,830.16	42	497,767.00	2,286,235.84	79	497,648.95	2,285,994.48
6	497,458.95	2,285,847.99	43	497,767.91	2,286,231.45	80	497,646.19	2,285,993.17
7	497,472.66	2,285,864.94	44	497,769.75	2,286,222.10	81	497,637.36	2,285,989.93
8	497,484.55	2,285,878.98	45	497,772.72	2,286,210.96	82	497,632.54	2,285,987.45
9	497,496.69	2,285,894.02	46	497,773.72	2,286,206.47	83	497,629.92	2,285,985.09
10	497,509.59	2,285,908.64	47	497,774.28	2,286,202.16	84	497,628.65	2,285,982.82
11	497,522.40	2,285,923.74	48	497,774.27	2,286,197.38	85	497,627.44	2,285,979.46
12	497,535.40	2,285,937.91	49	497,773.72	2,286,192.19	86	497,624.76	2,285,967.67
13	497,548.63	2,285,953.47	50	497,771.72	2,286,180.88	87	497,622.92	2,285,963.72

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
14	497,561.34	2,285,968.14	51	497,768.90	2,286,164.72	88	497,620.11	2,285,960.74
15	497,574.82	2,285,983.45	52	497,767.66	2,286,159.66	89	497,616.50	2,285,958.42
16	497,589.50	2,285,998.93	53	497,766.32	2,286,155.49	90	497,605.40	2,285,953.25
17	497,602.24	2,286,013.13	54	497,758.30	2,286,137.27	91	497,601.36	2,285,950.76
18	497,616.77	2,286,027.62	55	497,756.50	2,286,131.69	92	497,597.46	2,285,947.53
19	497,631.60	2,286,039.52	56	497,753.00	2,286,118.27	93	497,593.79	2,285,943.22
20	497,649.92	2,286,056.47	57	497,751.36	2,286,113.17	94	497,591.38	2,285,939.04
21	497,665.03	2,286,065.40	58	497,749.51	2,286,108.44	95	497,586.73	2,285,925.74
22	497,680.87	2,286,076.28	59	497,747.42	2,286,103.96	96	497,582.90	2,285,919.07
23	497,697.72	2,286,086.63	60	497,745.02	2,286,099.63	97	497,578.11	2,285,915.45
24	497,717.66	2,286,102.28	61	497,739.30	2,286,091.24	98	497,564.90	2,285,908.78
25	497,720.02	2,286,104.64	62	497,732.80	2,286,082.40	99	497,561.50	2,285,905.93
26	497,727.27	2,286,114.65	63	497,721.45	2,286,064.14	100	497,558.10	2,285,902.05
27	497,733.53	2,286,145.11	64	497,714.78	2,286,053.59	101	497,552.49	2,285,892.77
28	497,738.35	2,286,168.62	65	497,710.91	2,286,046.19	102	497,547.44	2,285,882.57
29	497,740.83	2,286,183.32	66	497,706.70	2,286,036.58	103	497,542.03	2,285,874.58
30	497,742.75	2,286,195.87	67	497,703.82	2,286,031.74	104	497,534.28	2,285,867.85
31	497,737.67	2,286,216.10	68	497,700.34	2,286,028.55	105	497,527.24	2,285,861.18
32	497,732.26	2,286,234.89	69	497,696.05	2,286,027.03	106	497,516.37	2,285,843.38
33	497,727.57	2,286,254.22	70	497,689.95	2,286,026.53	107	497,509.11	2,285,837.12
34	497,728.53	2,286,260.03	71	497,679.46	2,286,026.13	108	497,500.61	2,285,831.36
35	497,731.60	2,286,300.73	72	497,675.07	2,286,024.95	109	497,484.12	2,285,819.82
36	497,752.06	2,286,264.97	73	497,672.20	2,286,023.20	110	497,473.87	2,285,815.27
37	498,355.20	2,286,633.68	74	497,669.05	2,286,020.09	111	497,462.65	2,285,813.34



Figura 24. Se muestra el área de relleno de playa con arena del banco.

El relleno de playa quedará sobre la playa existente, y en los ambientes marinos de laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero (Figura 25). Estos dos últimos se distribuyen en el litoral actual debido al efecto de costa curvada que generan las protecciones costeras paralelas a la playa que existen frente al hotel.

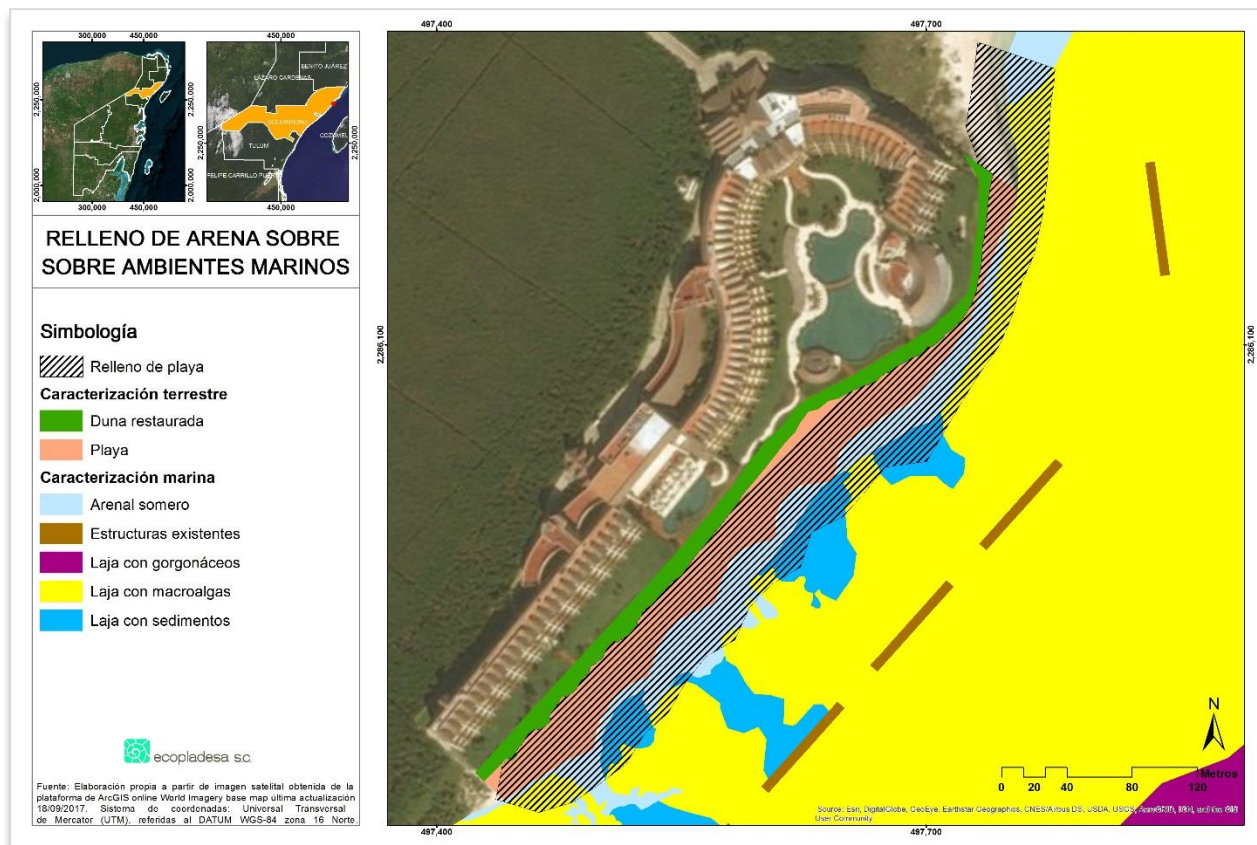


Figura 25. Se presenta el relleno de arena sobre los ambientes marinos.

Cálculo de volumen de arena

Para el cálculo del volumen de arena requerido para el relleno de playa, se realizó el trazo de secciones en el área proyectada cada 20.0 m de longitud, considerando que la ganancia de playa en la etapa de construcción del proyecto sería 25.0 m desde la línea cero actual, como se muestra en la Figura 26. Los planos completos se incluyen en el Anexo técnico 3.

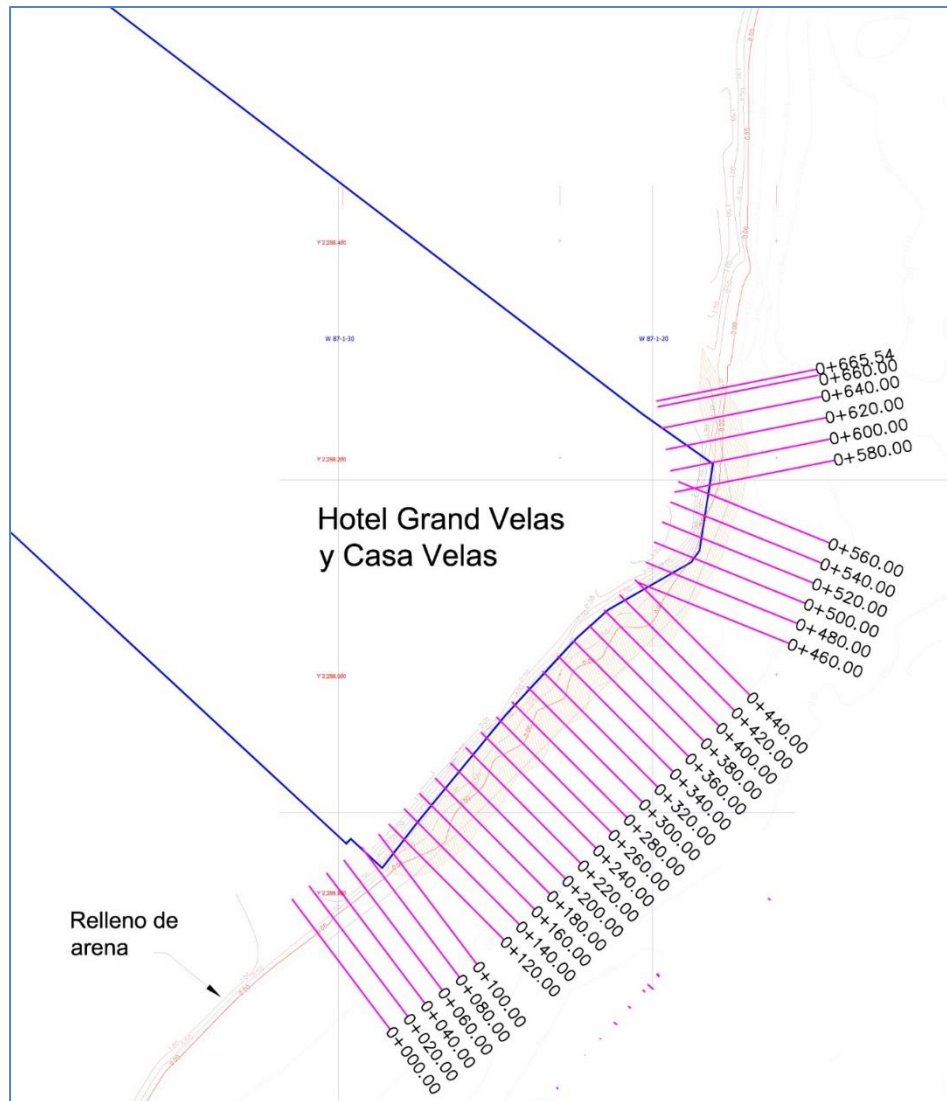


Figura 26. Trazo de secciones en el área proyectada para el relleno de arena.

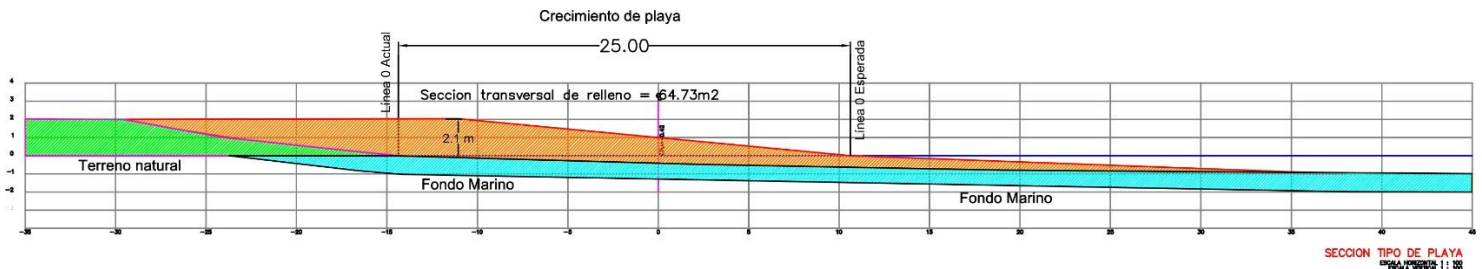


Figura 27. Corte transversal de una sección tipo del relleno de arena.

En el siguiente cuadro se presenta el volumen que se requiere de arena calculado en cada sección, que incluye la que se ocupará para la playa, y se considera un 30 % extra por pérdidas de arena al final de acomodo.

Cuadro 18. Se presenta el volumen de arena requerido para el proyecto.

Sección	Sección transversal A1 (m ²)	Sección transversal promedio (m ²)	Longitud entre secciones (m)	Volumen de arena (m ³)
0+000	0	0.00	20.00	0.00
0+020	0	0.00	20.00	0.00
0+040	0	0.00	20.00	0.00
0+060	0	0.00	20.00	0.00
0+080	0	17.91	20.00	358.10
0+100	35.81	40.94	20.00	818.80
0+120	46.07	50.09	20.00	1,001.80
0+140	54.11	58.65	20.00	1,173.00
0+160	63.19	68.99	20.00	1,379.70
0+180	74.78	76.95	20.00	1,538.90
0+200	79.11	79.87	20.00	1,597.30
0+220	80.62	80.80	20.00	1,616.00
0+240	80.98	76.71	20.00	1,534.20
0+260	72.44	67.41	20.00	1,348.10
0+280	62.37	68.33	20.00	1,366.60
0+300	74.29	73.29	20.00	1,465.70
0+320	72.28	66.82	20.00	1,336.40
0+340	61.36	62.07	20.00	1,241.40
0+360	62.78	60.44	20.00	1,208.80
0+380	58.1	54.78	20.00	1,095.50
0+400	51.45	68.20	20.00	1,363.90
0+420	84.94	79.02	20.00	1,580.40
0+440	73.1	67.91	20.00	1,358.20
0+460	62.72	55.94	20.00	1,118.70
0+480	49.15	46.33	20.00	926.50
0+500	43.5	41.60	20.00	831.90
0+520	39.69	42.77	20.00	855.40
0+540	45.85	55.29	20.00	1,105.80
0+560	64.73	63.11	20.00	1,262.10
0+580	61.48	60.06	20.00	1,201.20
0+600	58.64	57.46	20.00	1,149.20
0+620	56.28	57.66	20.00	1,153.10
0+640	59.03	68.30	20.00	1,365.90
0+660	77.56	72.11	5.54	399.46
0+665.54	66.65	33.33	14.46	481.88
0+680	0			
RELLENO				36,233.94
30% extra por acomodo y perdidas				10,870.18
VOLUMEN TOTAL DE ARENA				47,104.12



2.4 OBRAS PROVISIONALES DEL PROYECTO.

En el proyecto no se contemplan obras provisionales, solo la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales se colocarán en los andadores existentes del hotel. También se colocarán contenedores para residuos.

3 ETAPAS DEL PROYECTO.

El proceso de consolidación del proyecto tendrá tres etapas:

Etapas de preparación del sitio: Se llevará a cabo el rescate de los ejemplares que se encuentren en las áreas de aprovechamiento de la porción marina, tanto en el área de desplante de los arrecifes artificiales y de las áreas de ampliación de las protecciones. En la porción terrestre solo se utilizará la zona de playa que sólo posee algunas palmas de *Cocos nucifera*, las cuales serán rescatadas.

Se llevará a cabo la instalación de la señalización marina, el trazo y marcaje de los ejes de los arrecifes y la colocación de muertos para fijar los chalanes. También se instalarán los sanitarios portátiles.

Asimismo, se llevará a cabo el traslado de las embarcaciones requeridas, y se trasladarán los cubos de concreto ranurados desde la fábrica hasta el Puerto Calica. Desde este puerto, los cubos ranurados se llevarán en chalanes hasta el sitio del proyecto.

Etapas de construcción: Se realizará la construcción de los arrecifes artificiales, la extracción, traslado y relleno con arena y la modificación de las protecciones existentes. También se realizará el trasplante de corales en los arrecifes artificiales.

Etapas de operación: Se llevará a cabo el monitoreo de las condiciones de la playa y de la zona costera, de acuerdo al Programa de Desempeño Ambiental que se anexa a esta MIA-R. Se realizará el monitoreo de la playa para determinar los cambios después de períodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.

Asimismo, se llevará a cabo el monitoreo de los corales que se trasplanten en los arrecifes artificiales de acuerdo con el Programa de Desempeño Ambiental, que se anexa a esta MIA-R.

3.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

El proyecto se pretende construir en 3 años. La etapa de preparación del sitio iniciará una vez que se obtengan todos los permisos necesarios (en el mes 7), la etapa de construcción iniciará en el mes 8 y finalizará en el mes 36. A partir del mes 37 o en el año 3 se iniciará la etapa de operación hasta el fin de la vida útil del proyecto (100 Años).

Cuadro 19. Programa de trabajo en el que se indican las actividades y el tiempo estimado de ejecución de las tres etapas.

	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4-100
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26	Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36	
Gestión de permisos y licencias que requieren autorización de la MA-R	■	■	■	■	■	■	■																														
PRELIMINARES																																					
Recorridos en el área de trabajo para buscar organismos susceptibles de rescate, en caso de encontrarse se registrarán en bitácora y serán reubicados en zonas de conservación.							■																														
Preparación de equipo							■																														
Colocación de señales preventivas.							■																														
Delimitación de la zona de anclaje							■																														
Colocación de muertos para fijar los chalanes							■																														
Traslado de cubos de concreto de fábrica a Puerto Calica							■																														
MODIFICACIÓN DE PROTECCIONES EXISTENTES																																					
Deslizamiento de los bolsacretos de la corona								■																													
Corte con rotomartillo de la segunda cama de bolsacretos								■																													
ARRECIFES ARTIFICIALES																																					
Carga de cubos de concreto sobre chalán con maquinaria pesada									■																												
Construcción de Arrecife artificial A3									■																												
Construcción de Arrecife Artificial A2										■																											
Construcción de Arrecife Artificial A1											■																										
Señalización de los extremos de las estructuras																																					
Trasplante de corales																																					
RELLENO DE PLAYA																																					
Colocación de mallas antidispersión																																					
Preparación de equipos, tubería y conexiones de draga para bombeo																																					
Trabajo de dragado, llenado de tolva y traslado al sitio de bombeo																																					
Actividades de bombeo con manguera																																					
Distribución de arena en la playa con maquinaria pesada																																					
Retiro de equipo, maquinaria y embarcaciones y limpieza en general.																																					
OPERACIÓN																																					
																																					■

3.2 PREPARACIÓN DEL SITIO.

En la porción terrestre serán rescatadas las palmas de coco que se encuentra en la playa del hotel. Estas serán trasladadas al vivero del hotel donde serán embolsadas y recibirán los cuidados necesarios hasta su reubicación final.

En las áreas de aprovechamiento de la zona marina (correspondientes a las áreas de aprovechamiento del relleno de playa, el banco de arena, de los arrecifes artificiales y el área de ampliación de las protecciones existentes, se realizarán recorridos para rescatar a los equinodermos, corales, y esponjas, para trasladarlos a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto. Se llevará el registro de los organismos que sean rescatados en un formato elaborado para tal fin.

Antes de iniciar los trabajos de la etapa de construcción es necesario llevar a Puerto Calica las embarcaciones y remolcadores que se requieren, el transporte de los elementos precolados al sitio y llevar a cabo las actividades de trazo de los ejes y vértices de los arrecifes artificiales, así como la delimitación y trazo de la zona de anclaje.

Embarcaciones y remolcadores. Se transportará al Puerto de Calica, 2 remolcadores de 200 pies (61 m), 2 Chalanes o plataformas de 300 pies (91.5 m), 2 grúas de brazo de 100 toneladas y 2 embarcaciones de apoyo de 60 pies (18 m). En las Figuras 28a y 28b se muestra un remolcador.



Figura 28a. Remolcador



Figura 28b. Chalán empujado por remolcador.

Transporte de Elementos precolados. Los cubos ranurados serán transportados al Puerto Calica en tráileres de cama baja previamente colados y enjuagados para evitar que sedimentos finos caigan al mar.

Trazado del eje del Arrecifes artificiales y vértices. Usando GPS de alta precisión y una embarcación se colocarán los muertos (lastres) en los vértices de las estructuras y el eje de desplante de los Arrecifes artificiales. Los muertos serán de cubos de concreto que pueden ser llevados en una embarcación de bajo calado (Figura 29).



Figura 29. Trazo de los ejes y vértices de los arrecifes artificiales.

Trazo y delimitación de la zona de anclaje. La zona de anclaje es la zona en donde estarán previamente ubicados los muertos, a los cuales serán anclados tanto los pontones como los remolcadores. Esta zona es importante que esté delimitada debido a que los muertos utilizados tendrán que ser removidos posteriormente a los trabajos de construcción de los arrecifes artificiales (Figura 30).

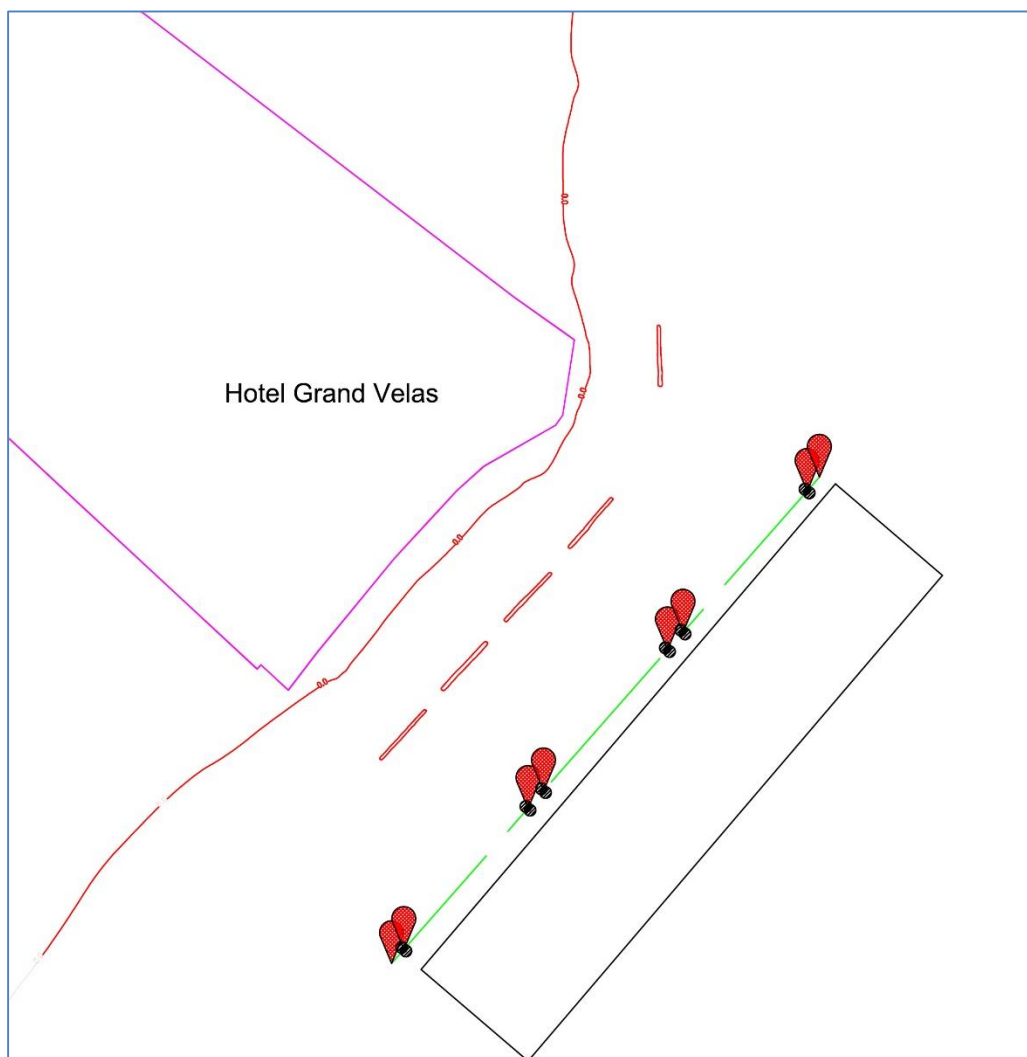


Figura 30. En color negro se muestra la zona de anclaje y maniobras.

Carga y Transporte de elementos precolados. Los cubos de concreto previamente colados y limpios desde el sitio de fabricación serán transportados al Puerto de Calica en tráileres de cama baja. En Puerto Calica se subirá una grúa a cada uno de los chalánes que se emplearán. Los cubos se subirán a cada chalán con ayuda de la grúa, y una vez que el chalán está cargado completamente, se llevarán navegando hasta el área de colocación con ayuda de una embarcación remolcadora. Así de esa forma se llevarán 300 cubos en cada chalán y se iniciará la colocación de cubos para formar los Arrecifes artificiales (Figura 31).

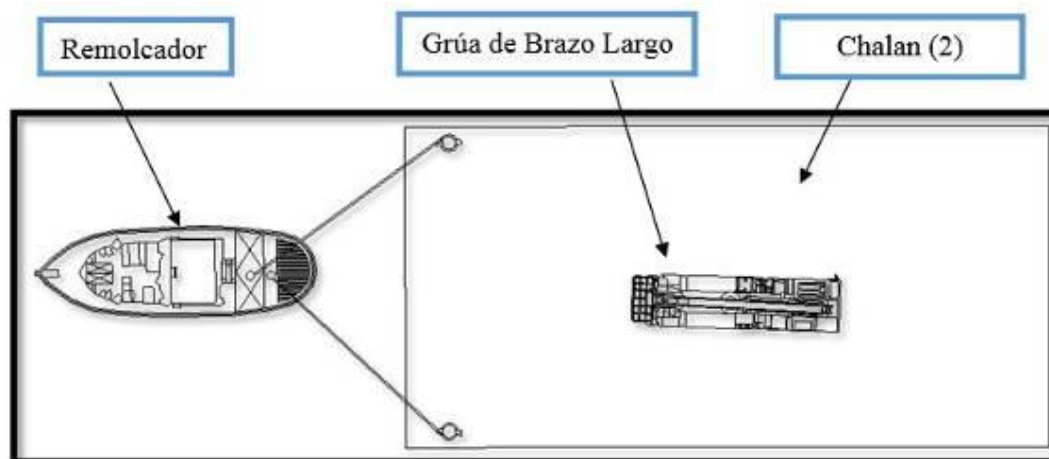


Figura 31. Traslado de chalán con ayuda del remolcador.

3.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

Para la construcción de las obras del proyecto, se requiere solamente la siguiente infraestructura provisional:

- Módulos de Sanitarios portátiles.

Se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores. Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.

También se colocarán contenedores para basura en los andadores del hotel.

No se contempla la instalación de campamentos, ya que la totalidad de los trabajadores provendrán de Puerto Morelos y Playa del Carmen.

3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

3.4.1 Arrecifes Artificiales.

Para la construcción de los arrecifes artificiales propuestos se realizará lo siguiente:

Se iniciará la construcción de arrecife artificial A3, seguido del A2 y el A1. Una vez que se acomode el chalán, se anclará y la grúa de brazo largo colocará cada uno de los cubos en el área delimitada del arrecife. Primero se colocarán los cubos de la cama inferior y se irán acomodando los de las demás capas hasta completar el arrecife (Figura 32).

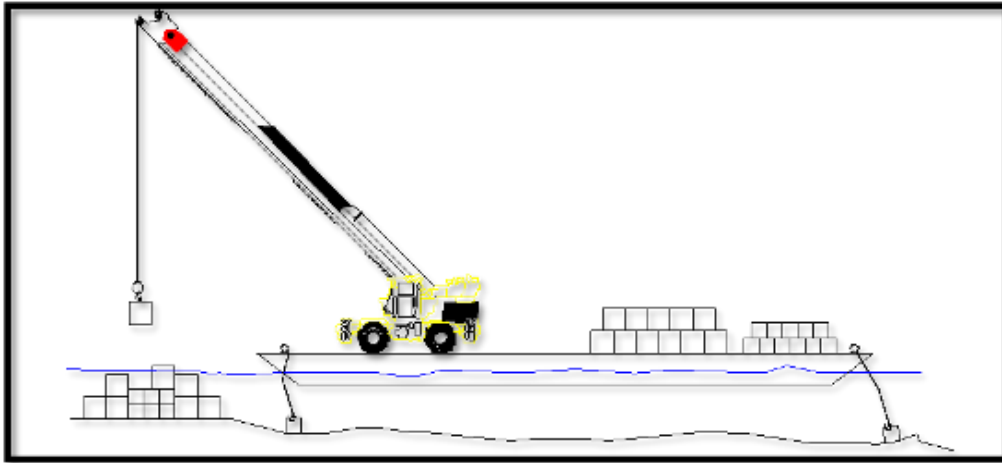


Figura 32. Colocación de cubos de concreto.

El remolcador estará siempre al lado de cada chalán para moverlo a lo largo del eje de los Arrecifes artificiales y colocar los cubos donde sea necesario. Cuando los cubos se agoten, el chalán será llevado a Puerto Calica para cargarlo nuevamente con cubos de concreto.

Estas actividades se repetirán hasta que los Arrecifes artificiales A3, A2 y A1 alcancen los 200 m de longitud especificados en el diseño y tengan una separación entre coronas de las estructuras de 25 m, y que la altura máxima de corona se encuentre a nivel medio del mar.

Los cubos de concreto permanecerán en su sitio por su propio peso y serán acomodados de manera que la forma piramidal provea de estabilidad a los taludes. Por tal motivo, además de disipar el oleaje incidente, se proponen las pendientes de diseño. 2:1 en la cara externa y 1.50:1 en la cara interna de las estructuras de protección costera.

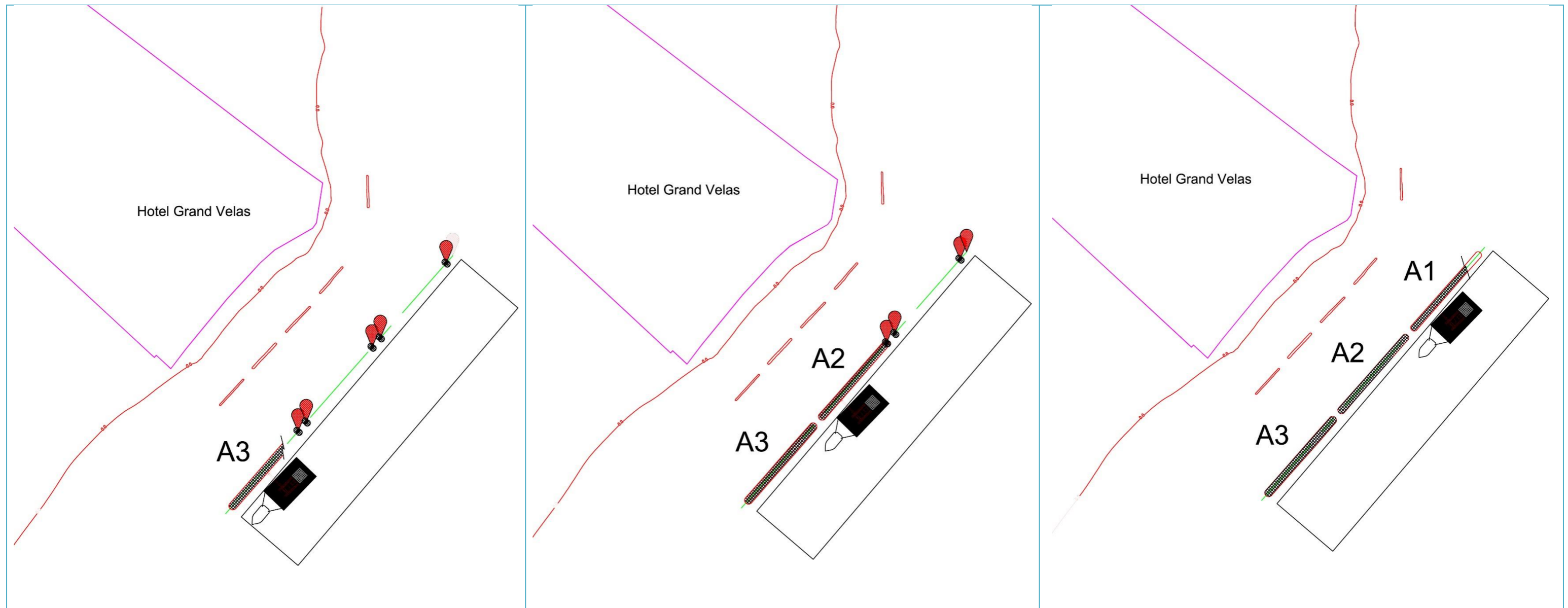


Figura 33. Se presenta el proceso constructivo de los arrecifes A3, A2 y A1.

Señalización Marina. Una vez construidas las estructuras de protección costera y siguiendo la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se deberá ubicar señalización marina al inicio y al final de la protección de manera que se puedan evitar accidentes con las embarcaciones locales, principalmente porque las estructuras se encuentran a nivel medio del mar (Figura 34).

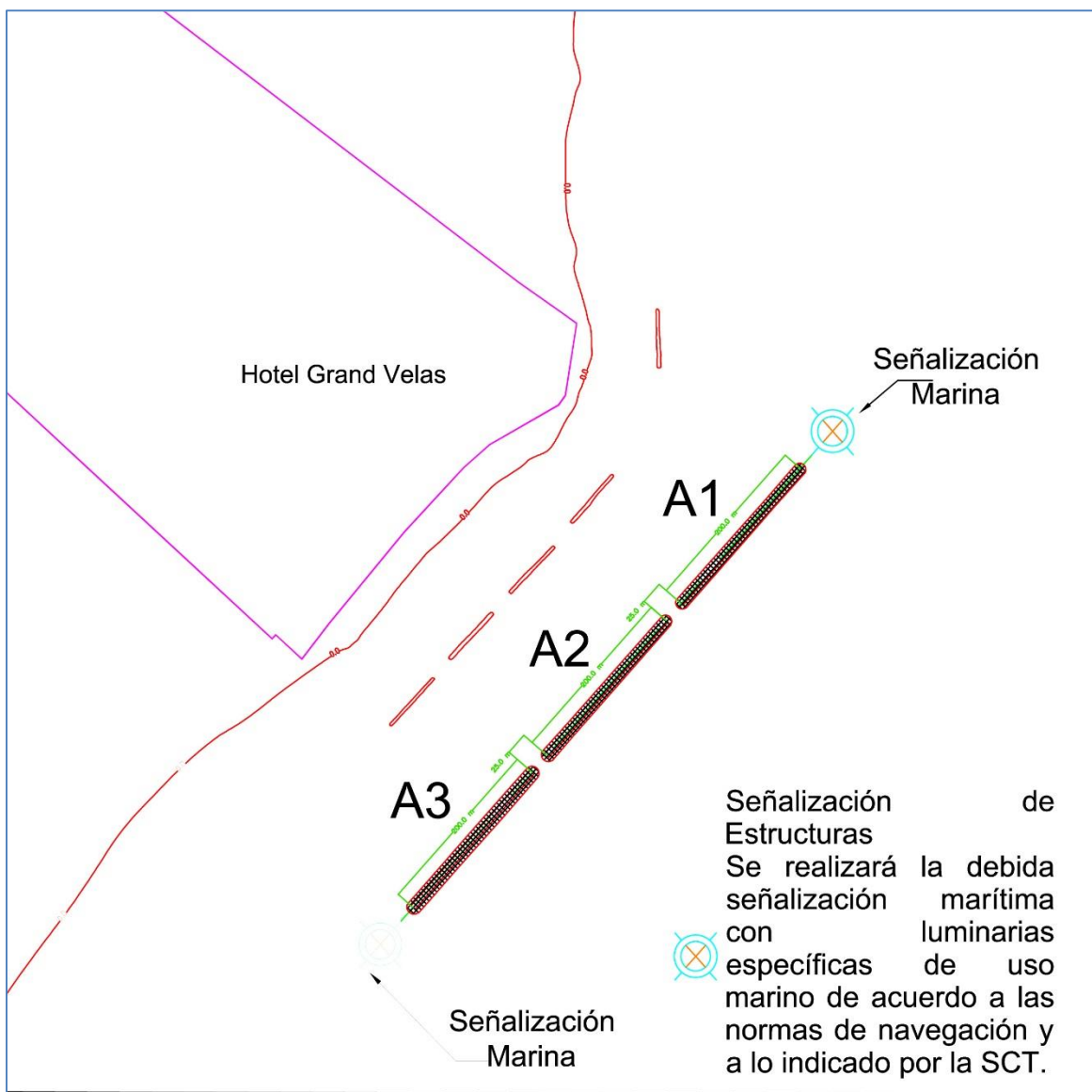


Figura 34. Señalización de los arrecifes.

TRASPLANTE DE CORALES.

Los corales que se utilicen para el trasplante serán obtenidos a través de convenios con instituciones de gobierno que mantienen viveros de coral como el INAPESCA o por medio de una A.C. especializada en ello. El número y especies a utilizar, y las actividades de monitoreo se definirán una vez que se establezca el convenio con la Institución que proporcionará los corales.

Se deben seleccionar especies que tengan una sobrevivencia alta y que estén adaptadas a las condiciones de la zona.

Las actividades de trasplante se llevarán a cabo una vez que estén conformadas las estructuras, ya que es necesario realizar la perforación de las caras expuestas de los cubos ranurados para poder trasplantar los corales.

Se realizará el trasplante de corales en los sitios perforados y se pegarán con cemento o algún adhesivo que no libere sustancias tóxicas. Las especies que se reproducen naturalmente por fragmentación son capaces de auto fijarse a las pocas semanas, si están sobre sustratos estables. El desprendimiento de los trasplantes puede ser la principal causa de muerte y puede disminuir la población de trasplantes por lo que es importante fijarlos.

Se llevará un monitoreo de los corales que sean trasplantados mediante un seguimiento periódico, de acuerdo a lo que se defina con la institución con la que se realice el convenio.

3.4.2 Modificación de Protecciones Existentes.

Las estructuras actuales serán modificadas de la siguiente forma; los bolsacretos de la corona serán desplazados hacia la base del lado que da a la playa, aumentando el ancho de la estructura. Los bolsacretos que se encuentran en la segunda cama se demolerán con un rotomartillo neumático sumergible de manera que tengan un tamaño que pueda ser movido por un hombre, y se utilizarán como base de los rompeolas A1, A2 y A3 usando una embarcación de apoyo. De esta manera los bolsacretos que queden tendrán una profundidad máxima de -0.8 m.

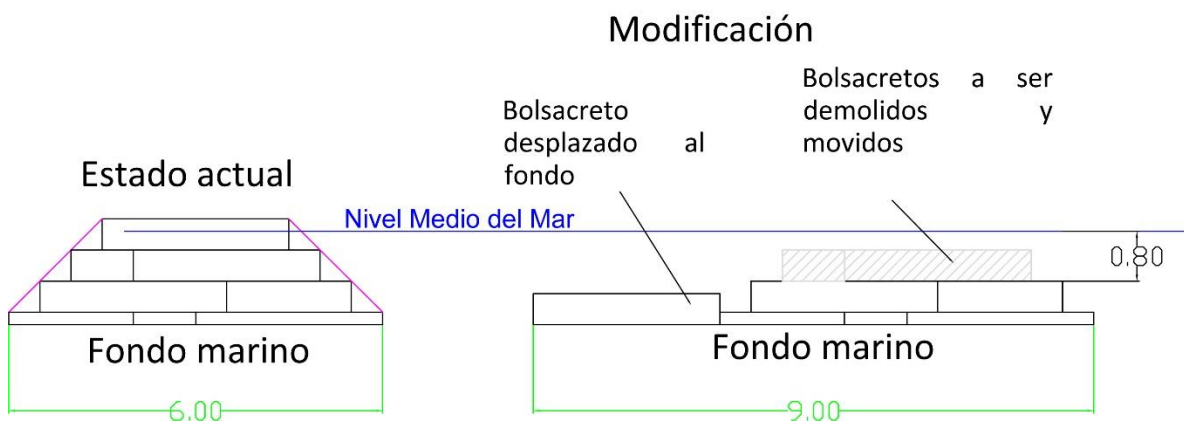


Figura 35. Se muestra una sección del arrecife artificial modificado.

3.4.3 Extracción de arena del Banco 3 A.

El vertido de arena en la playa del desarrollo Grand Velas Riviera Maya será hecho con arena proveniente del Banco 3A ubicado a 12.60 km al Norte del predio.

Se pretende extraer del Banco 3A un volumen de 47,104.12 m³ de arena mediante el empleo de una draga de tolva autopropulsada, que tiene la capacidad de navegar sobre el banco, extraer la arena de él, colocarla en su tolva y navegar al sitio donde se requiere la arena. Posteriormente la arena será transportada a un punto cercano a la costa frente al hotel y se descargará mediante bombeo a lo largo de la costa empleando una tubería. Estas actividades se llevarán a cabo después de la construcción de los arrecifes.

Colocación de mallas anti dispersión.

Se procederá a los trabajos preliminares del relleno de arena sobre la playa, por lo que se requiere la colocación de cortinas antidispersión tanto en la orilla de la playa que es donde se va a depositar el sedimento como alrededor del punto de bombeo de la draga. La intención es evitar que la pluma de dispersión con sedimentos finos pueda causar afectación tanto a los predios aledaños como a arrecifes cercanos.

Durante las actividades de extracción de arena y su bombeo en la playa, se pueden suspender los sedimentos en la columna de agua y pueden viajar grandes distancias, afectando los ecosistemas marinos, por lo que, para contener y controlar la dispersión de finos y sedimentos en el cuerpo de agua, se instalarán mallas anti dispersión de sedimentos en todos los sitios que se requieran. La malla anti dispersión disminuye en gran medida el paso de estos finos en suspensión, permitiendo que se puedan precipitar al fondo marino sin interrumpir el flujo de las corrientes marinas (Figura 36).

La malla antidispersión típica que será utilizada para el proyecto se presenta en la siguiente figura y consta de manera general de las siguientes secciones:

- ✓ Flotador: Se localiza en la superficie del mar y evita el hundimiento de la malla anti dispersión. Cuenta con cintas reflejantes y boyas de señalización.
- ✓ Malla antidispersión: Conformada por geotextil, se distribuye a todo lo largo de la columna de agua evitando la dispersión de los sedimentos y permitiendo el paso del agua. Cuenta con asas de sujeción.
- ✓ Lastre: Conformado de anclas y cadenas, mantiene la malla anti dispersión en su sitio sobre el fondo marino.

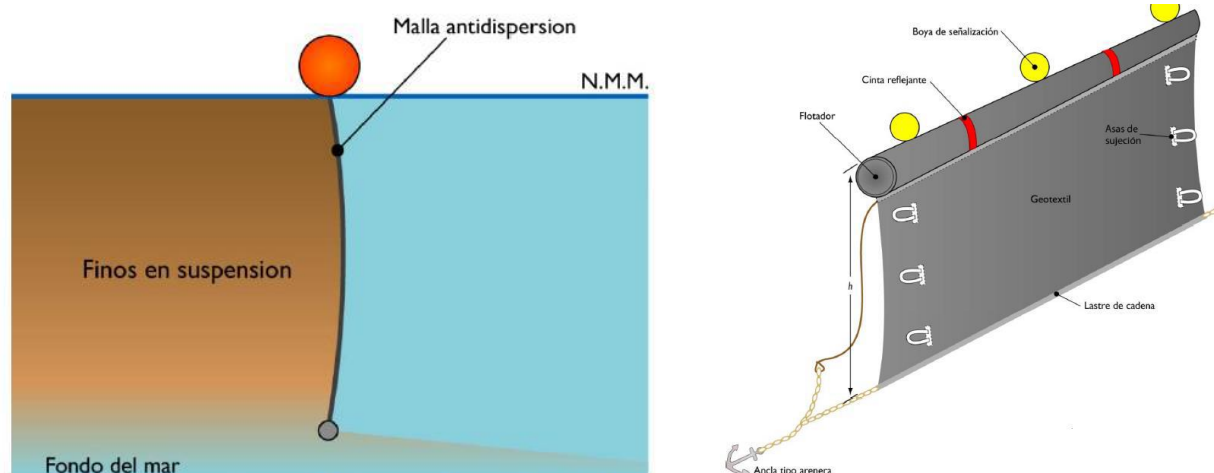


Figura 36. Se muestra la función de las mallas antidispersión para retener los sedimentos.

Se colocarán las mallas antidispersión al norte de la zona de extracción, ya que la corriente se dirige al norte y es hacia donde podrían viajar los sedimentos en suspensión debido a la succión. La cortina se colocará en forma de media luna para contener los sedimentos en suspensión.

El procedimiento anterior permitirá que la arena en suspensión caiga de regreso al fondo, evitando que viaje a cualquier parte. La instalación y selección del tipo de cortina o malla geosintética se deberá hacer basándose en los lineamientos de la USCE (Francingues, 2005), verificando con buceo su correcta instalación, lo que garantizará la contención de los sedimentos u otros derrames en caso de existir.

Selección de la draga y tubería.

En este caso particular, la zona donde se encuentra el banco tiene entre 10 m y 13.50m de profundidad, de manera que se buscará una draga con un calado menor a esto.

Debido a que el área de depósito de la arena se encuentra alrededor de 12.60 km del banco donde será extraída, se requiere de una draga con tolva, ya que este tipo de draga extrae una cantidad importante de arena, la alberga en su tolva o depósito y después es capaz de autopropulsarse y navegar hacia un punto más cercano al punto de depósito final donde por medio de una bomba arroja la arena almacenada hacia la costa directamente o si esta se encuentra a una distancia considerable, la salida de la bomba se conecta a una tubería que llevará la arena hasta la playa.

De manera que se ha elegido una draga compacta, para uso en mar, con tolva y brazo de dragado como la llamada "Adelaar" de la empresa Dutch Dredging. Esta draga puede maniobrar en el área perfectamente ya que su calado cargada por completo es de 5 m y su máxima profundidad de dragado es 25 m, ya que el banco de arena se encuentran entre 10 m y 13.50 m, la draga debe trabajar de manera segura sin riesgo de tocar el fondo.

La draga llegará a la zona de trabajo navegando por sí misma ya que es una draga autoimpulsada, se tiene previsto que cargue diésel y reciba cualquier clase de servicio necesario en el puerto de Calica, puerto en el que se puede albergar una draga de estas dimensiones y se encuentra a 15 Km al suroeste del desarrollo Grand Velas Riviera Maya (Figura 37).



Figura 37. Imagen de la draga con tolva.

La tubería que se usará para hacer llegar la arena desde la draga a la playa durante la operación de bombeo se llevará hasta la costa por medio de vehículos pesados tipo tráiler con cama baja o plataforma, los cuales pueden circular por carretera. En la playa se armará la tubería uniendo los segmentos de tubo con la ayuda de maquinaria pesada. Los segmentos unidos serán introducidos al agua para ser remolcados por las embarcaciones de apoyo. Se tendrán al menos 3 embarcaciones que ayudarán en todas las operaciones relacionadas con la tubería como colocarle flotadores, moverla de sitio según sea necesario, colocar mallas antidispersión donde se requiera según la operación que se vaya a realizar, etc. (Figura 38). La tubería utilizada tendrá las siguientes características:



Tubería de polipropileno de alta densidad.
Diámetro de 15 a 44 pulgadas.
Bridas de conexión en extremos.
Conexión de bridas con tornillería de acero inoxidable.
Tramos de 6 a 12 m
Longitud máxima: 600 m

Figura 38. Tubería para el bombeo de la arena.

Extracción de arena. La draga se colocará sobre el banco de arena, se despliega el tubo de succión sobre el fondo y se enciende la bomba de succión para iniciar la extracción. La draga continúa navegando sobre el banco lentamente mientras aspira el material

mezclado con agua a una razón aproximada de 15% de arena por 85% de agua, esta operación tomará aproximadamente 45 minutos. Durante esta operación de succión se generará turbidez en el agua debido a la presencia de sedimentos en suspensión los cuales al moverse con la corriente serán detenidos por la malla geotextil que se colocará previamente.

La mezcla de agua y arena entra en la tolva, donde será contenida hasta realizar la conexión con la tubería de bombeo. Durante el proceso de succión es muy difícil que ocurra un derrame de arena ya que el tubo de succión es rígido y no existe ninguna tubería flexible o vulnerable.

Llenado de la tolva y repliegue. Una vez que se ha llenado la tolva se apaga la bomba de succión y se repliega el tubo de succión.

Transporte. Una vez replegado el tubo de succión, la draga inicia los movimientos para navegar hacia el sur sobre la ruta de navegación que se muestra en la Figura 39.

3.4.4 Relleno de Playa.

Acople y vertido de arena. Al llegar al área de maniobras, la draga se anclará para afirmarse al fondo marino y se realizarán maniobras de acople que consisten en unir la salida del tubo de bombeo de la draga con la tubería flotante. Una vez conectados los tubos, se succionará la mezcla de arena y agua que se encuentra en la tolva, para ser enviada por el tubo transportador hasta la costa.

La conexión se hace por la proa del barco por donde se sujeta el conector de la tubería flotante. Una vez sujetado se jala hacia arriba hasta embonar con el tubo de expulsión, se asegura la conexión y se aprietan las bridas, entonces se puede iniciar el bombeo.

Una vez asegurada la conexión se hace contacto con el personal de tierra para asegurarse que las conexiones están seguras y la salida de la tubería está lista y libre, para arrojar la mezcla de agua y arena. Una vez asegurada la tubería, se enciende el motor de la bomba y se inicia el vertimiento de la arena a la playa. En esta etapa el área de acoplamiento y bombeo no generará turbidez ni derrame de sedimentos exceptuando por pequeñas cantidades cuyo cálculo es despreciable, ya que se trata solo de pequeñas cantidades de arena pegadas a la tubería de salida que caerán al agua al conectarse con la tubería de transporte.

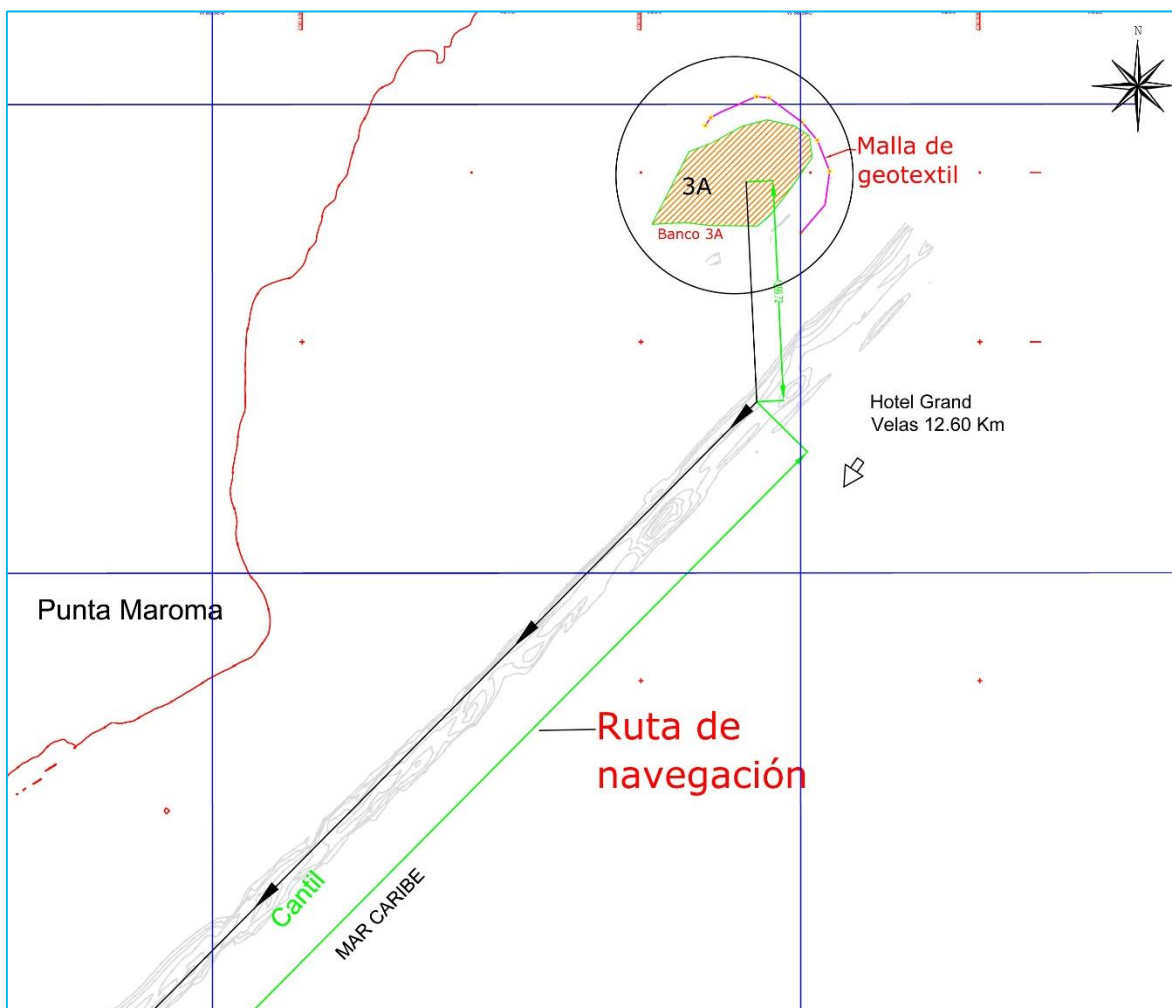


Figura 39. Se muestra la ubicación del banco y la ruta de navegación para el traslado de la arena.

En esta operación se colocará malla geotextil alrededor del área de acople y maniobras básicamente entre la draga y la dirección de la corriente, para evitar que en caso de existir una fuga de sedimentos importante por ruptura de una manguera o falla de un acoplamiento estos no viajen hacia ningún lado, simplemente sean contenidos y caigan al fondo marino. En la playa por otra parte la mezcla saldrá con mucha fuerza y generará turbulencia y turbidez, la descarga durará aproximadamente 45 minutos, en donde el agua regresará al mar dejando a su paso sedimentos que se acumularán poco a poco para ir formando montículos de dimensiones considerables de arena. También se colocará malla geotextil cerca de la costa formando una media luna para contener los sedimentos y evitar que se desplacen hacia afuera, estas mallas tendrán una dimensión de 20 m de largo cada una y se extenderán hacia el fondo de acuerdo a la profundidad presente en cada punto.

Si por alguna causa una tubería o conexión fallara y hubiera un derrame de arena, la acción a tomar es detener la bomba inmediatamente, retirar la pieza que presentó la falla si es posible en el sitio, reconectar la nueva parte y reiniciar el bombeo, ya que se tienen

mallas geotextiles alrededor de la draga y cerca de la costa, un derrame momentáneo no es considerado un problema mayor. La tubería de polipropileno por la que viajará la mezcla agua-arena hasta la playa es rígida después del punto de conexión y no tiene puntos débiles susceptibles a ruptura por lo que no se colocará malla geotextil alrededor de esta.

La arena vertida en la playa se dirigirá a la parte media del hotel Grand Velas, la tubería se colocará de forma perpendicular a la línea de costa apuntando hacia el Suroeste de manera que al verter la arena ésta se acumulará sobre la playa actual y hacia el mar, esto ensanchará la playa en unos 25 m y dará espacio para mover la maquinaria y desplazar la arena hacia el Suroeste y hacia el Noreste sin mover la tubería (Figura 40).

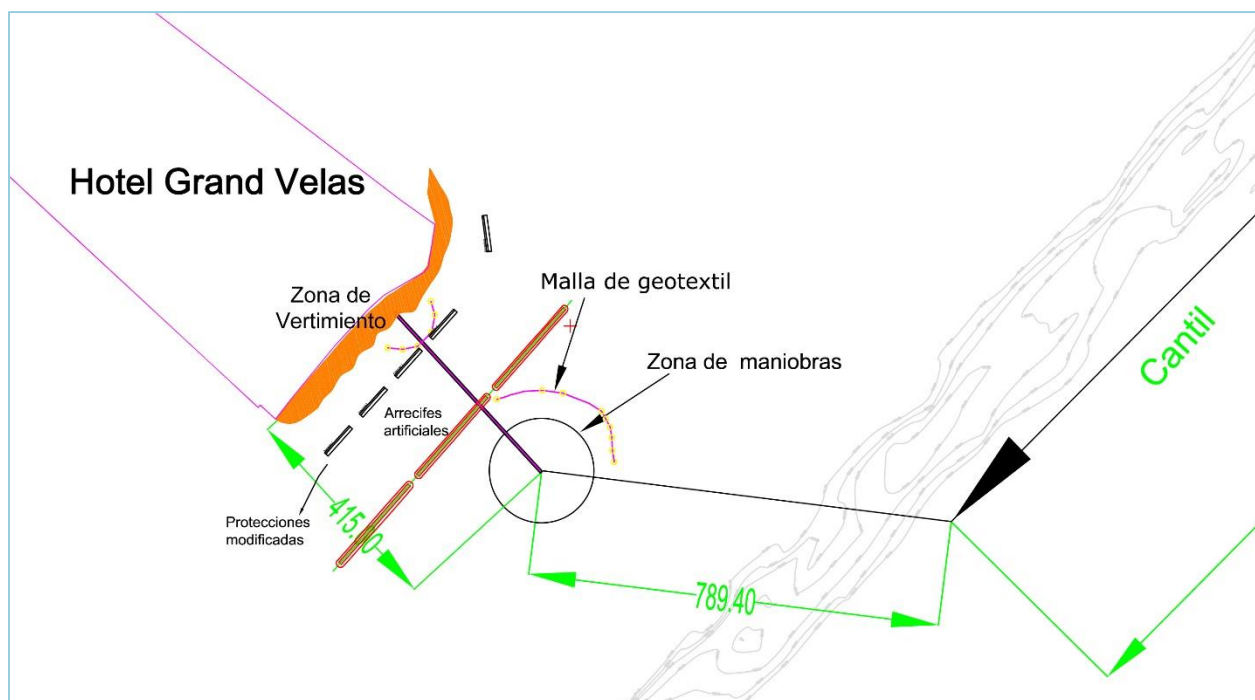


Figura 40. Se muestra el área de conexión de la draga con la tubería de descarga a la playa para el vertimiento de arena.

Se tendrá precaución para no verter demasiada arena en un solo punto sin antes extenderla con maquinaria pesada. Si hay sobreacumulación, se indicará que se detenga el bombeo hasta que la arena acumulada sea distribuida.

A continuación se muestra la imagen de una draga de forma y dimensiones similares a los de la draga especificada para este trabajo, una imagen del relleno de arena en las playas de Cancún que se hizo en 2006 después del huracán Wilma y una imagen que muestra el posicionamiento de las mallas geotextiles (Figura 41a y 41b).



Figura 41a. Draga conectada a la manguera flotante por medio del tubo de expulsión en la proa, previa al vertimiento en la playa.



Figura 41b. Descarga de mezcla agua-arena en la playa con tubería rígida y maquinaria de apoyo para acomodar la arena vertida (Foto de relleno de arena en Cancún en 2006).

Se verificó sobre un plano de caracterización de fondo marino que el área designada para maniobras no tuviera arrecifes, por lo que no se afectarán estos ecosistemas. En el fondo de esta área de maniobras hay laja con gorgonáceos

En la siguiente imagen se muestra la ruta de navegación de la draga para el transporte de la arena sobre el mapa de caracterización del SAR marino, en la que se muestra que la draga navegará por la zona del cantil donde se alcanzan profundidades de 24 a 32 m, llegando a la zona de maniobras donde se conectará con la tubería flotante (Figura 42).

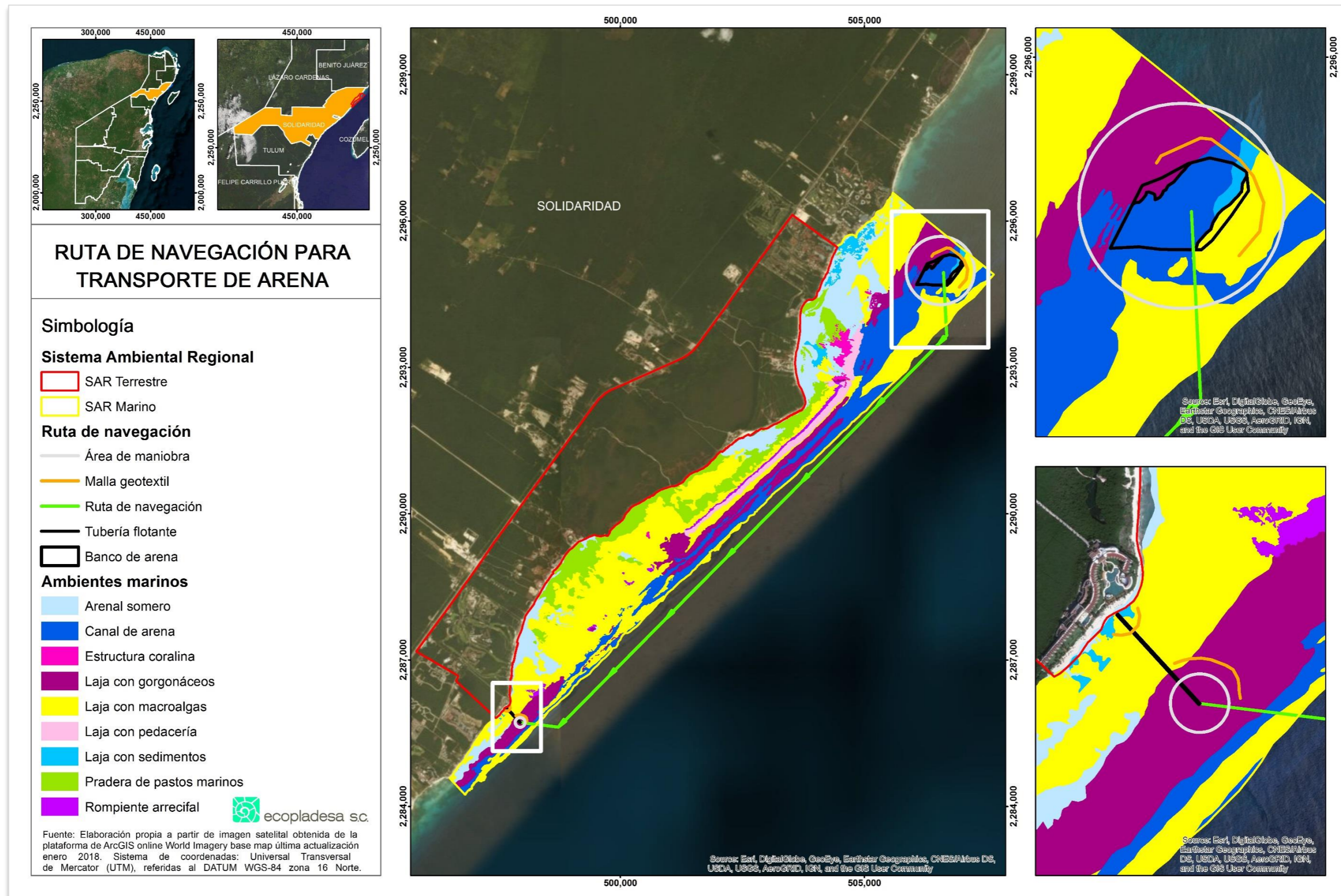


Figura 42. Transporte del a arena desde el banco al sitio del proyecto, con los acercamientos del banco donde se extraerá la arena y de la zona de maniobras donde se conectará la draga con la tubería flotante.

Desacoplamiento y navegación. Una vez que la tolva esté totalmente vacía se desacoplará la descarga de la bomba de la tubería y la embarcación se desanclará para navegar de regreso a la zona de extracción de arena por la misma ruta designada.

Estos pasos se repetirán varias veces hasta terminar todas las partes que conforman el proyecto y se obtenga el ancho de playa seca de 25 m en promedio.

De acuerdo a los tiempos descritos, toda la operación para cargar y descargar una tolva completa tomará 150 minutos más 40 minutos para el acoplamiento, desacoplamiento y maniobras, lo que da un total de 190 minutos o 3 horas 10 minutos, por lo que se podrán realizar aproximadamente 2 ciclos cada día.

Los trabajos se deberán realizar sólo en condiciones ideales en que el mar este en calma (oleaje máximo de 1.5 pies o 45 cm) y viento máximo de 7 nudos (12.9 km/hr).

La recuperación de la playa se debe realizar idealmente entre los meses de marzo y julio, para evitar la temporada de huracanes, la de Nortes y las Suradas son poco probables, por lo que es la temporada ideal.

3.4.5 Plumas de Dispersión.

Se calcularon las plumas de dispersión que se podrían generar sin el uso de las mallas antidispersión, en la zona del banco la pluma llegaría hasta los 140.56 m, en la zona de conexión de la tubería para el bombeo de la arena alcanzaría los 188.24 m y en el punto de descarga en la playa sería de 7.65 m. En las Figuras 43a y 43b se muestran las plumas de dispersión sin malla y una vez que se contienen con la malla.

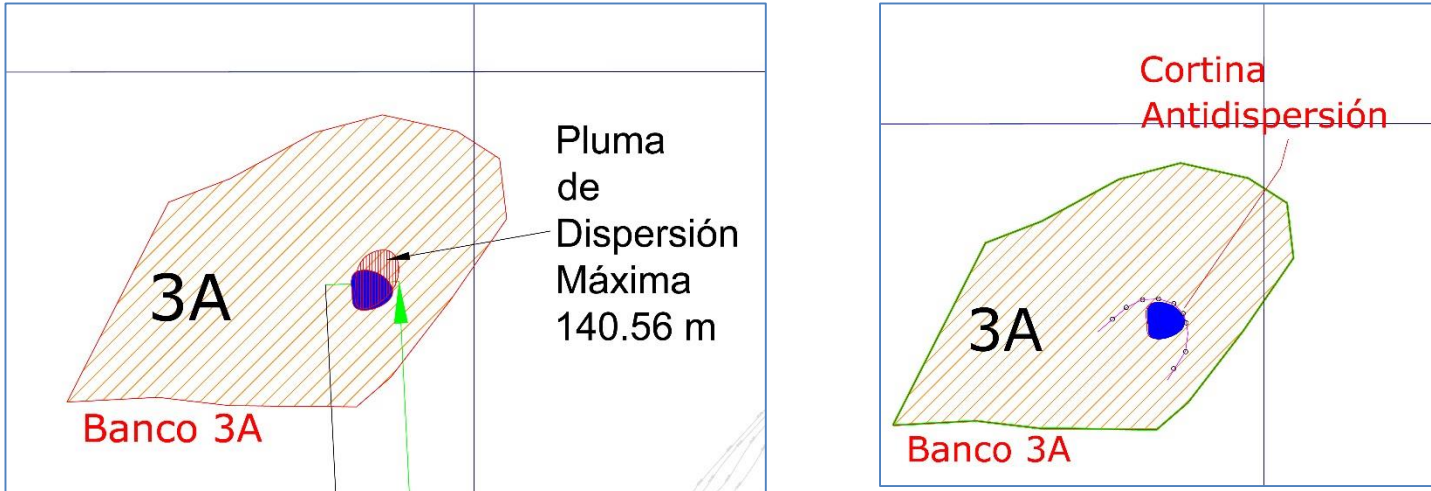


Figura 43a. Se muestra la pluma de dispersión en el banco de arena sin malla y contenida con la malla.

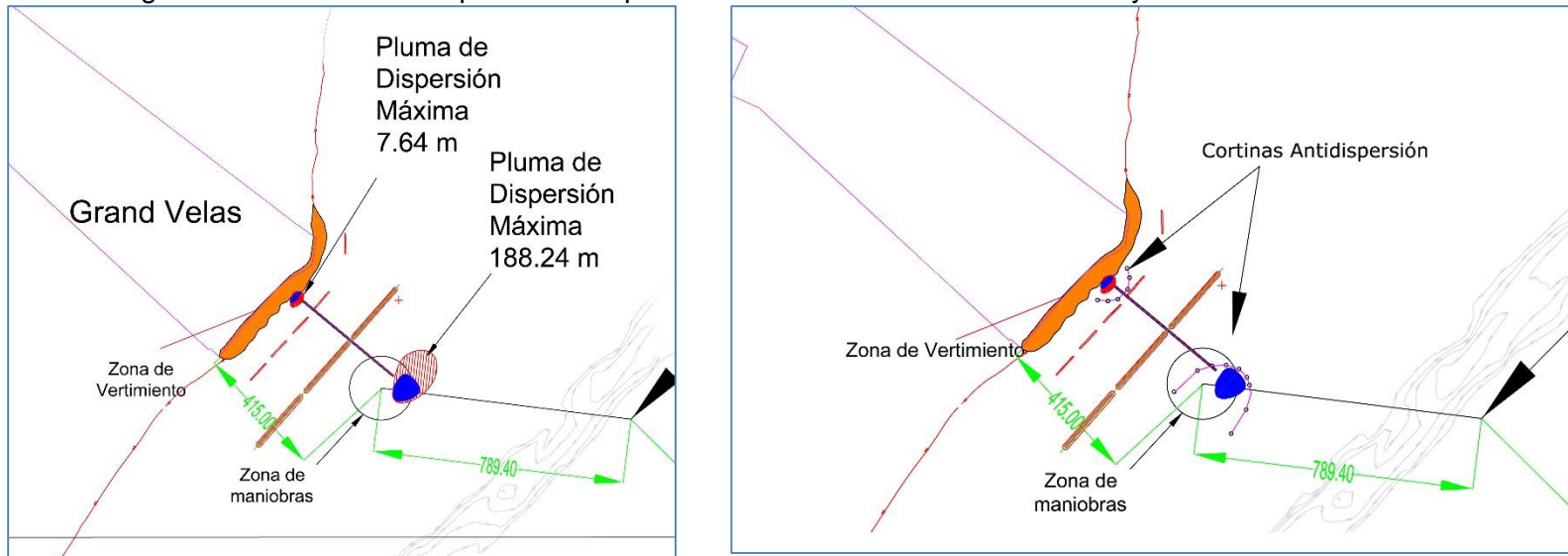


Figura 43b. Se muestra la pluma de dispersión en la zona de maniobras donde se conecta la tubería y en la zona de vertimiento en la playa.

3.4.6 Enriquecimiento de la duna restaurada.

Una vez que se conforme la playa, se realizarán actividades de enriquecimiento de la duna restaurada empleando plantas nativas propias de duna costera, con el fin de mejorar sus condiciones.

Las actividades de reforestación de las plantas se llevarán a cabo conforme al Programa de Reforestación del Hotel Grand Velas y Casa Velas. Entre las especies que se utilizarán se encuentran las siguientes.

Cuadro 20. Lista de especies que se utilizarán

Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis litorallis</i>	Lirio de mar
3	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar
4	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Riñonina
5	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit

También será reubicadas en el área rellena las palmas de Coco (*Cocos nucifera*) que se hayan rescatado de manera previa a las actividades.

3.4.7 Limpieza general.

Se retirará la tubería usada para el transporte de arena, se retirarán las bombas sumergibles, las mallas antidispersión y toda la maquinaria, equipo, materiales y herramienta utilizados en el proyecto y se realizará la limpieza de la playa.

3.4.8 Zona Federal Marítimo Terrestre esperada.

La Zona Federal Marítimo Terrestre se determinará considerando una distancia de 20 m tierra adentro desde la cota de pleamar máxima observada durante 30 días consecutivos en la que no se presenten huracanes. Al término de la ejecución de la obra, se estima que la ZOFEMAT frente al Hotel Grand Velas y Casa Velas sea de 10,052.90 m². Esta área se puede observar en la siguiente figura.

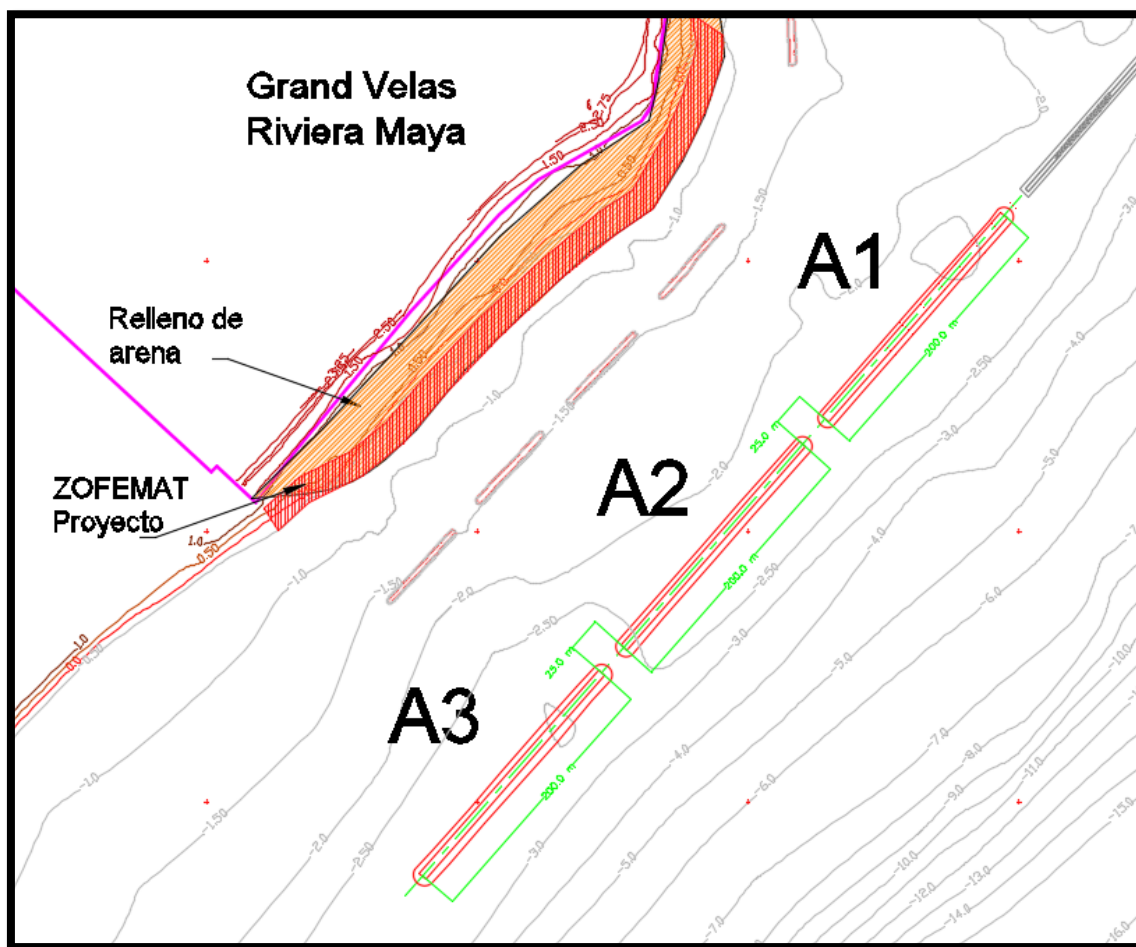


Figura 44. Área de ZOFEMAT resultante del proyecto.

3.5 MODELAJE DE LOS RESULTADOS ESPERADOS CON EL PROYECTO.

Se realizaron modelaciones del proyecto simuladas con el modelo Delft3D, en donde se colocan estructuras frente a la playa y se evalúa su eficacia tanto para reducir la energía del oleaje como para retener el sedimento que escapa de la playa hacia mar abierto.

A continuación, se presentan los resultados de la modelación considerando el oleaje, el transporte de sedimentos y las corrientes.

3.5.1 Resultados de la modelación.

Oleaje

Durante la modelación, las olas de 1 m de altura en aguas profundas llegan a aguas intermedias con una altura de 0.6 m. Al pasar sobre los arrecifes artificiales del nuevo proyecto de protección de playa de Hotel Grand Velas y Casa Velas, el oleaje se disipa y disminuye la altura del oleaje a 0.15 m o menos. Por otra parte, al evaluar el mismo

oleaje sin considerar el proyecto de protección costera, es decir considerando la costa actual, el oleaje llegaría de 0.4 m de altura.

En las siguientes figuras se compara el funcionamiento de la propuesta bajo las tres condiciones reinantes de oleaje que caracteriza al sitio, como son el oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste.

Las alturas de ola en donde tonos rojos indican olas de 1 m de altura mientras que los tonos azules indican olas insignificantes o de poca altura. La dirección del oleaje está dada en vectores.

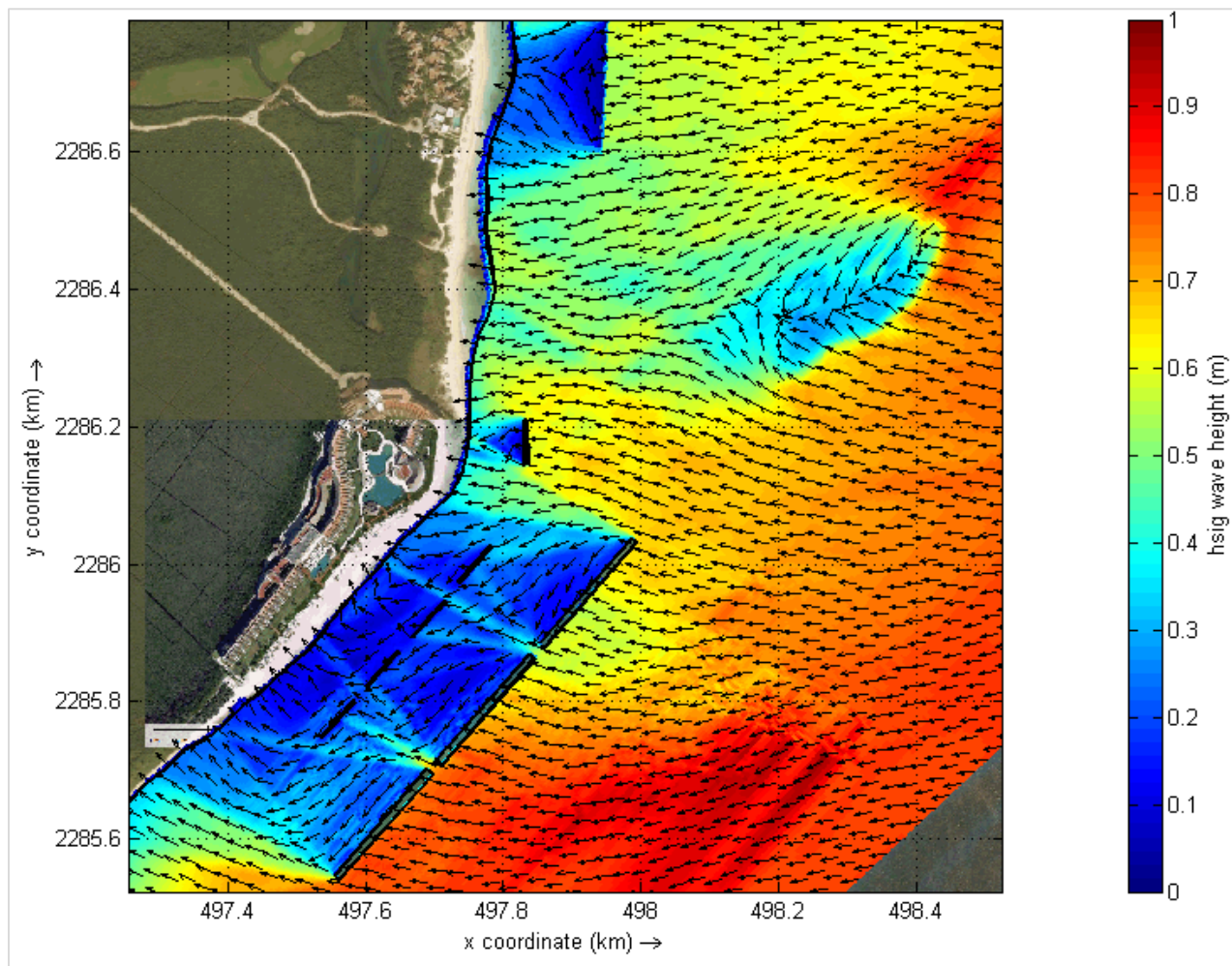


Figura 45. Oleaje (m) proveniente del Este con altura de ola de más de 1 m.

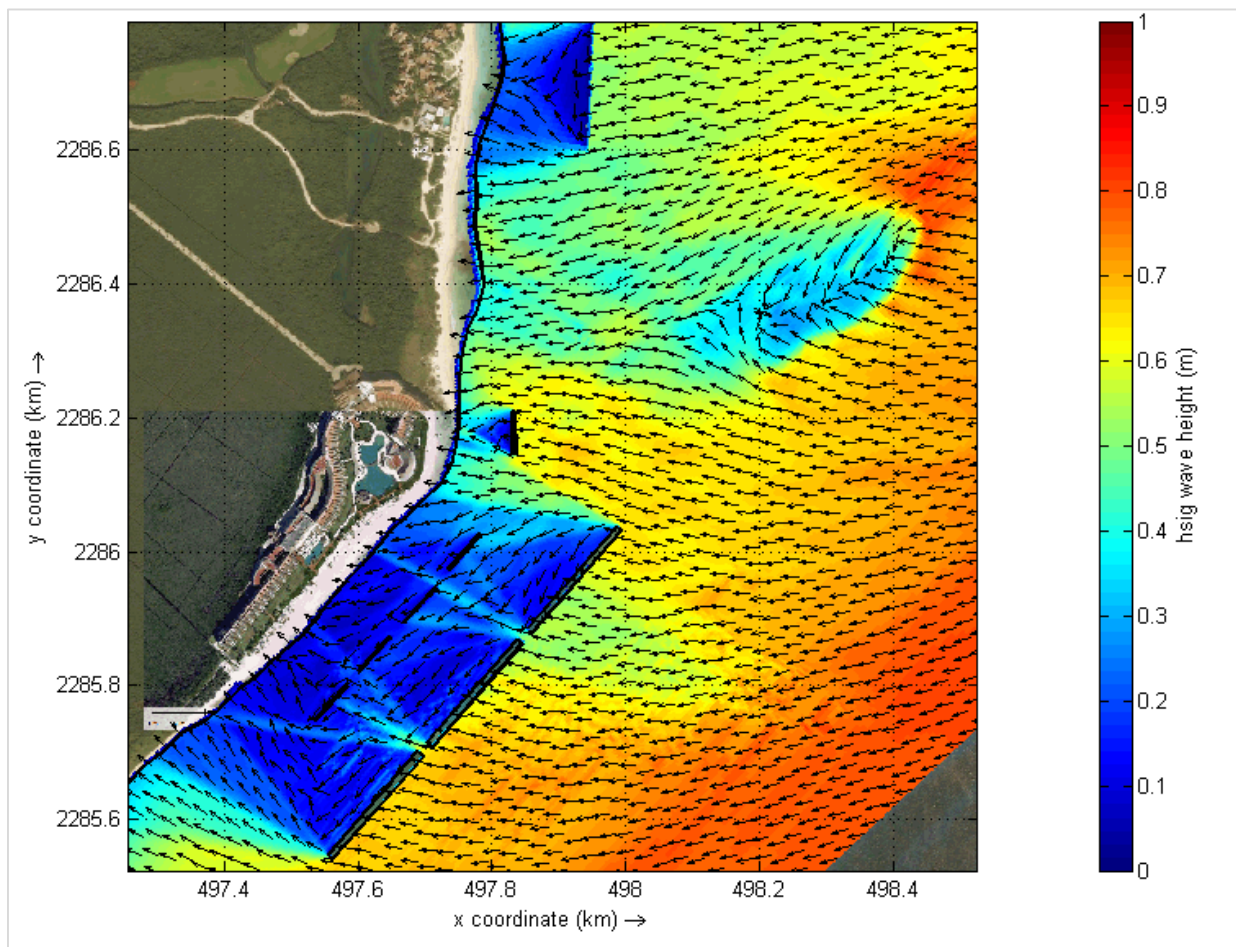


Figura 46. Oleaje (m) proveniente del Noreste con altura de ola de más de 1 m.

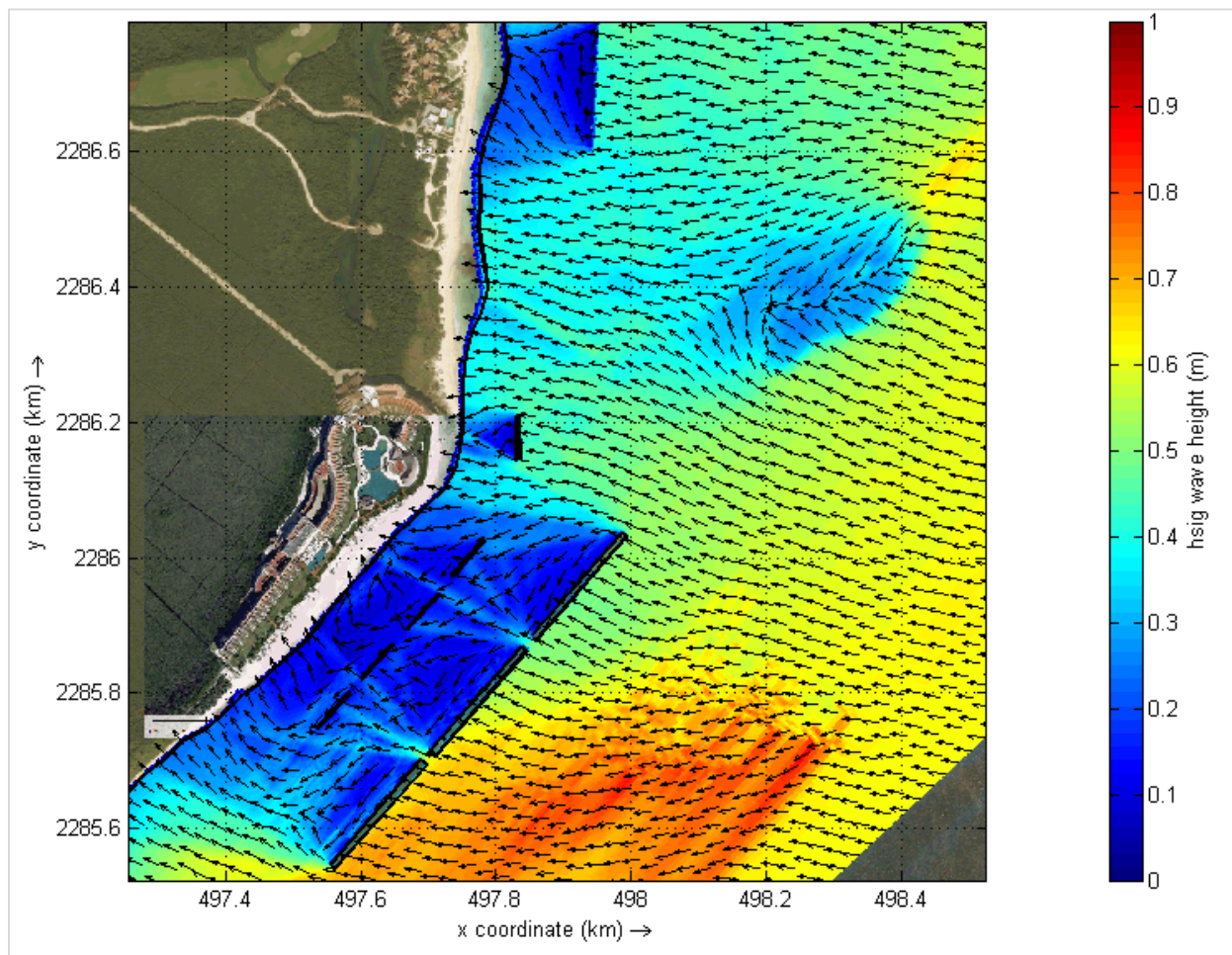


Figura 47. Oleaje (m) proveniente del Sureste con altura de ola de más de 1 m.

Sedimentos

La idea fundamental de estos resultados es evaluar la eficacia del proyecto a construir, pues a pesar de existir condiciones de oleaje de tormenta estacional, el sedimento deberá permanecer cautivo y estable. Al colocar los arrecifes artificiales de forma paralela frente a la costa, la playa intenta por sí misma encontrar un nuevo equilibrio. Las siguientes figuras muestran cómo se comporta el movimiento de sedimentos a partir de un vertimiento de arena en la playa, y la evolución temporal y espacial de esta capa de sedimento después del paso de una condición extrema de oleaje, en donde los colores rojos oscuro indican grosores de capa de 1 m y los colores azules la falta de sedimento o la anulación de la misma capa.

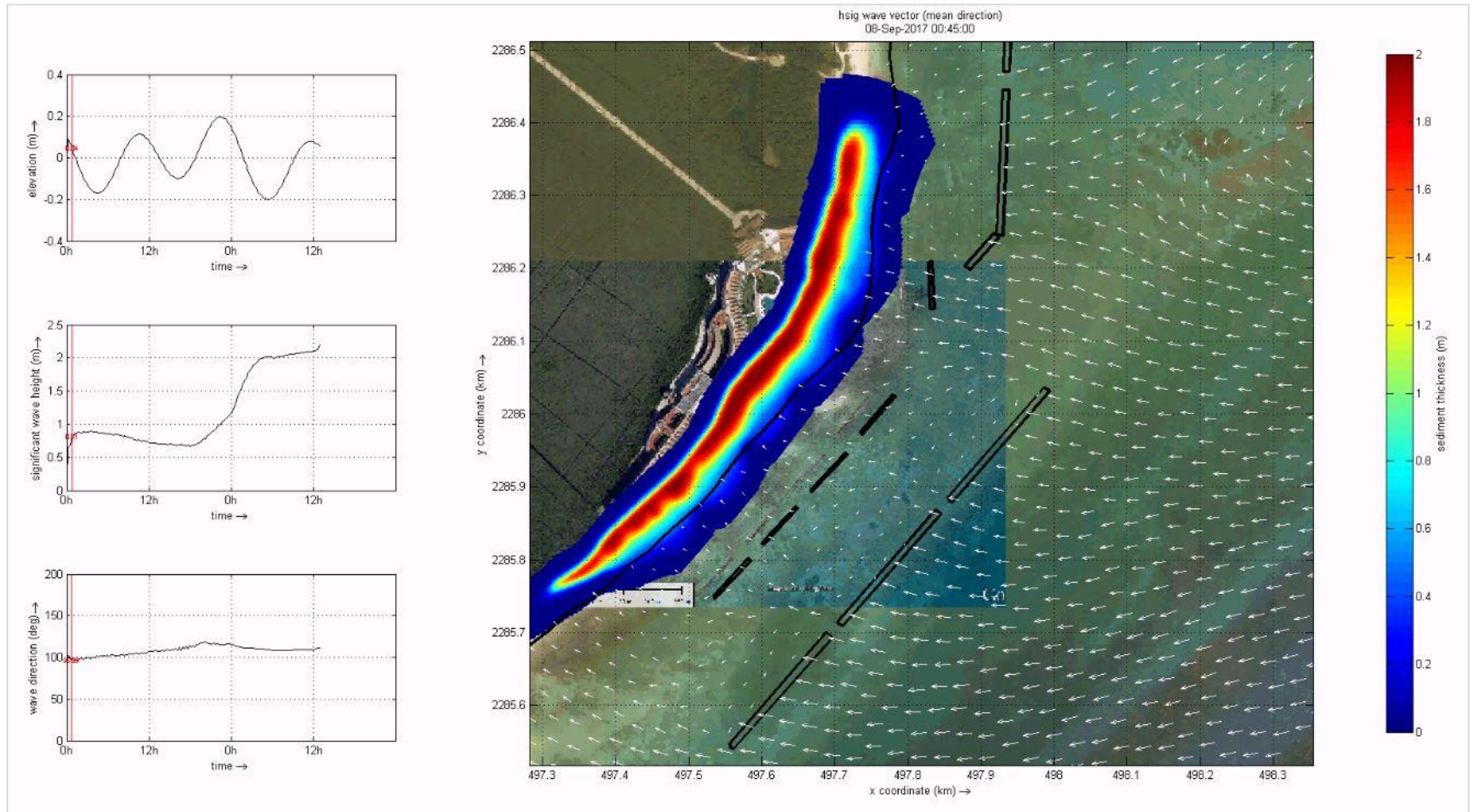


Figura 48. Grosor de la capa de sedimento implantada de forma virtual para evaluar el transporte de sedimento al inicio de la modelación y considerando el relleno de arena.

Los resultados mostraron que, a pesar del paso de una tormenta extrema, el transporte de sedimentos es ligero y en el momento que llega escapar hacia aguas abiertas queda atrapado entre los arrecifes artificiales evitando que este se aleje de la costa. Es importante entender que la costa es dinámica y por lo tanto siempre tendrá movimiento de arena de dos formas, transversal y longitudinal a la costa. El movimiento de la arena se controlará en cierta forma con la presencia de los arrecifes artificiales ya que por una parte disipan la energía del oleaje promoviendo el depósito de sedimento y por otra evitan que la arena escape reteniéndola de la corriente de resaca (entiéndase por resaca la corriente que regresa el agua de la ola al mar y que circula por debajo de las nuevas olas). Las estructuras nunca interrumpen el movimiento del sedimento en su totalidad.

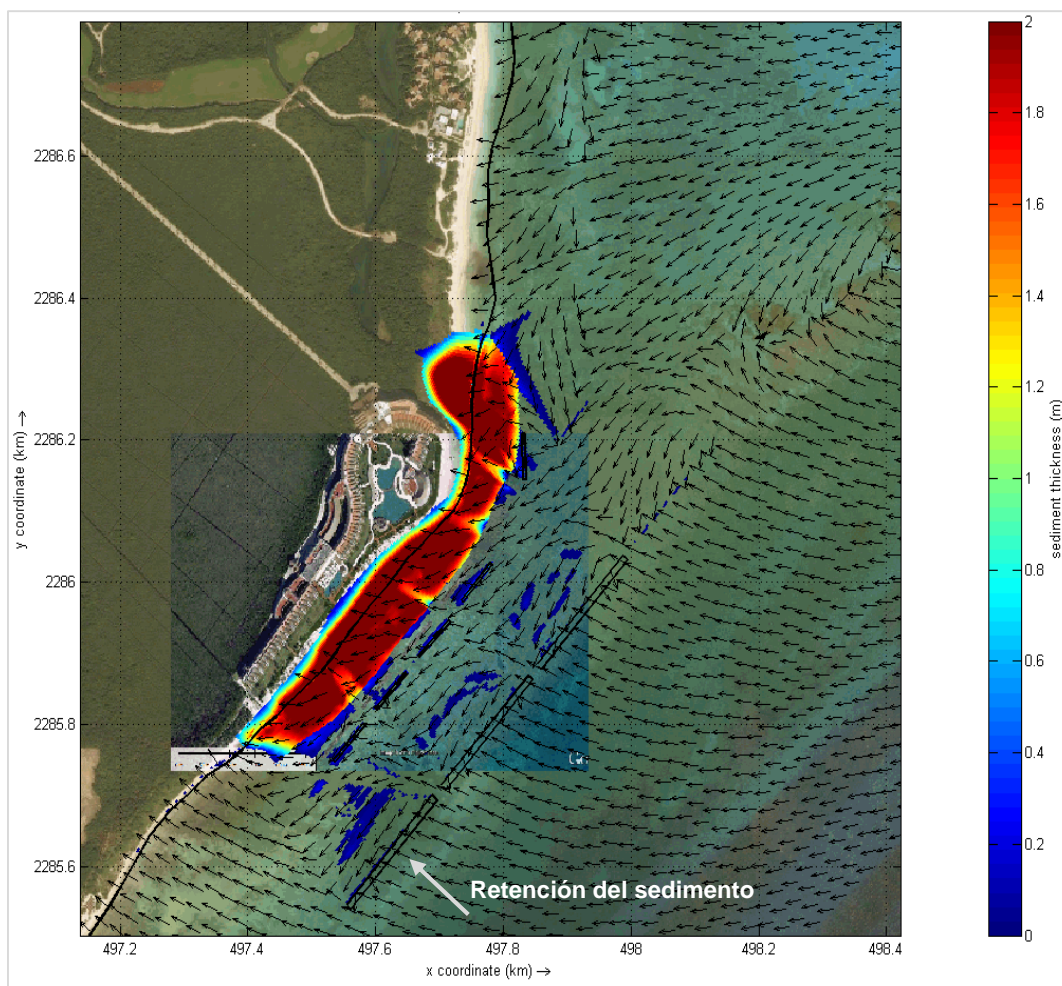


Figura 49. Grosor de la capa de sedimento después de haber modelado diferentes condiciones de oleaje considerando la presencia de los arrecifes artificiales, como puede verse la capa de sedimento permaneció bastante estable.

Para una mejor interpretación se crearon mapas de erosión y sedimentación donde los valores negativos (color azul) indican erosión, y los positivos, sedimentación (color rojo). Al evaluar los resultados de la evolución temporal del grosor de la capa de sedimentos acumulada y erosionada, se identificó que después de presentarse condiciones de oleaje

intenso hubo algunos movimientos de arena hacia afuera justo frente a la costa, sin embargo, la arena no escapa de la zona protegida.

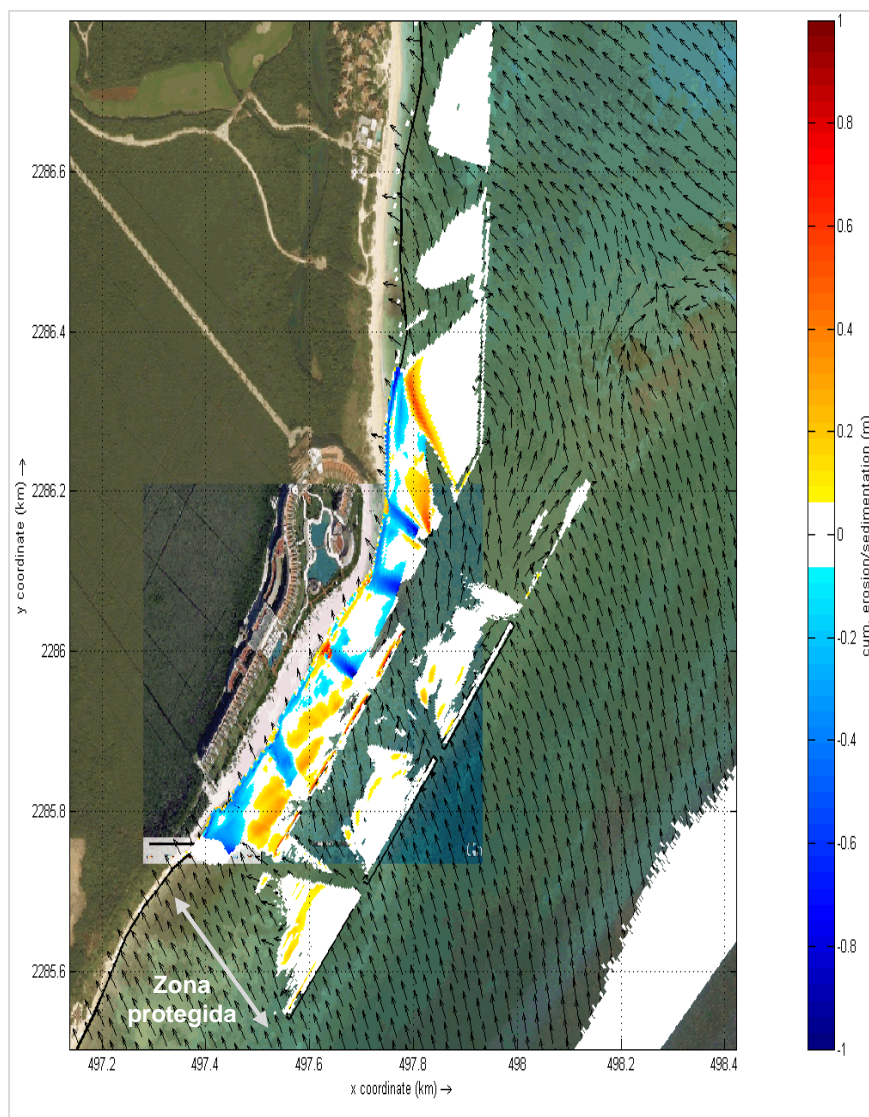


Figura 50. Mapa de erosión y acreción después de simular una condición de oleaje de tormenta considerando la presencia de los arrecifes artificiales.

Corrientes.

En esta sección se evalúa el campo de las corrientes modeladas. En la figura siguiente se presentan las condiciones de corrientes derivadas de la simulación, donde los elementos que influyen en el movimiento del agua son principalmente la corriente del canal de Yucatán (con intensidad aproximada de 1 m/seg sobre el canal profundo y que adquiere menor intensidad al acercarse a la costa). Los resultados mostraron una corriente similar a los resultados del modelo que no contempla cambios en la línea costa. La diferencia entre los resultados de ambos modelos es sobre el sitio de desplante de los arrecifes artificiales y es local.

En la siguiente figura los colores rojos indican velocidades de corriente de 0.5 m/s y colores azules velocidades mínimas o nulas.

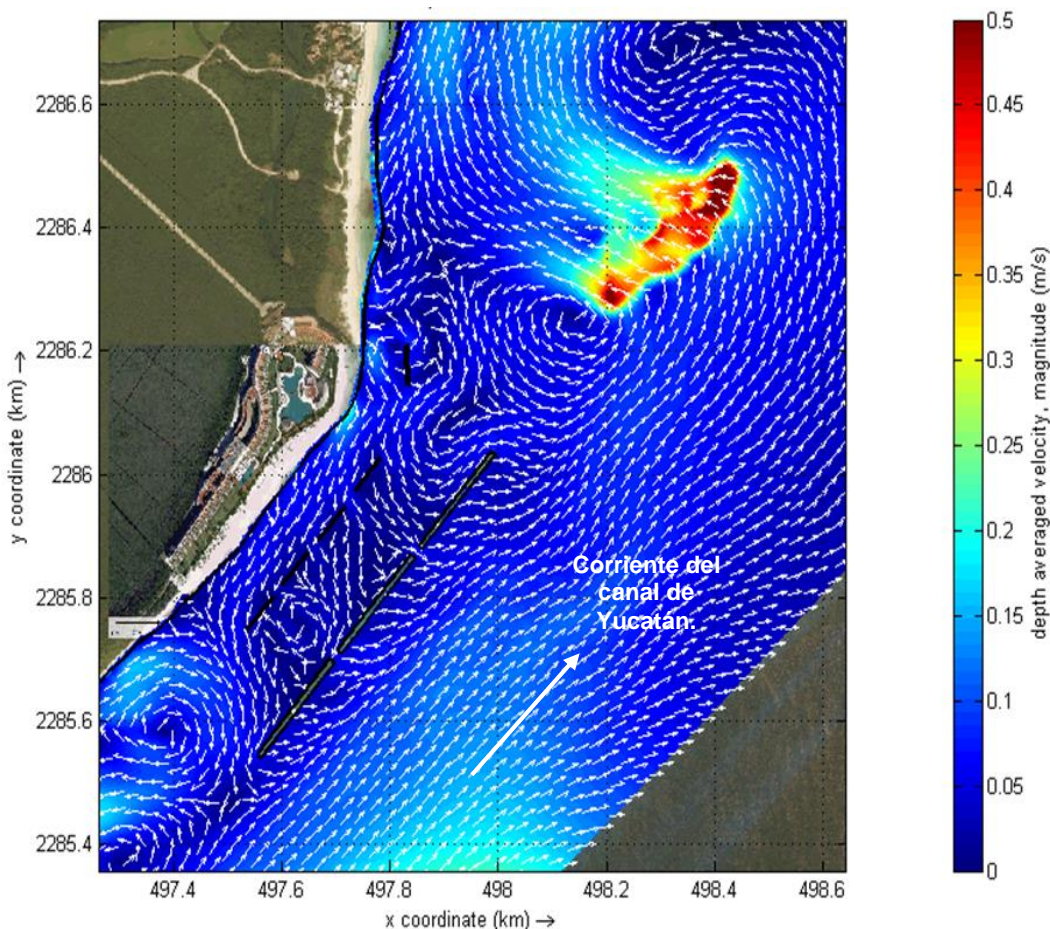


Figura 51. Patrón de corrientes (m/s) frente el proyecto con los arrecifes artificiales propuestos.

La importancia de la similitud entre los resultados de las corrientes modeladas con y sin proyecto radica en que se comprueba que el proyecto no altera de manera significativa el flujo del agua dado que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y al flujo de la corriente y no bloquean el flujo natural del agua. El detalle de la descripción de las condiciones actuales de la dinámica costera se puede ver en el Capítulo IV.

3.5.2 Modelaje acumulativo de los resultados esperados con los arrecifes artificiales de Grand Velas y Mayakoba, a largo plazo.

Como se mencionó, en el Sistema Ambiental Regional Punta Xcalacoco-Punta Maroma se propusieron y fueron autorizados algunos proyectos de restauración de la playa y duna costera en los frentes costeros del Desarrollo Turístico Mayakoba, del Desarrollo Tres Ríos y de Punta Kanai. Estos proyectos incluyeron la construcción de arrecifes artificiales, sistemas de protección de duna costera, relleno de playa, conformación de duna artificial y actividades de reforestación.

Las obras y actividades para el Programa de Rehabilitación de Ambientes Costeros del SAR Punta Bete- Punta Maroma: Desarrollo Turístico Mayakoba fueron autorizadas mediante el oficio No. SGPA/DGIRA/DG/01873 de fecha 6 de marzo de 2015, que incluyeron la construcción tres arrecifes permanentes paralelos a la costa y el trasplante de coral, la extracción de arena de cuatro bancos marinos, relleno de playa y la conformación de una duna artificial. Como obras temporales se autorizó la construcción de cinco arrecifes temporales, tarquinas y obras de maniobras y el vertimiento de arena de un banco terrestre.

Mientras que las obras y actividades para el Programa de Rehabilitación de Ambientes Costeros del SAR Punta Bete- Punta Maroma: Desarrollo Tres Ríos fueron autorizadas mediante el oficio No. SGPA/DGIRA/DG/02064 de fecha 13 de marzo de 2015, que incluyeron la construcción de cuatro arrecifes artificiales paralelos a la costa, la extracción de arena de dos bancos para cubrir la duna y las protecciones de duna, la conformación de una duna artificial, la construcción del sistema de protección de la duna terrestre y la modificación de la barrera de protección de la desembocadura del río.

En tanto que las obras y actividades para el Programa de Rehabilitación y Mantenimiento del Manglar del proyecto Kanai fueron autorizadas mediante el oficio No. SGPA/DGIRA/DG/02351 de fecha 10 de abril de 2013, entre las que se incluyó la construcción de obras de protección marina, la extracción de arena de un banco, la conformación de la playa y duna, así como actividades de reforestación de duna y manglar.

De esta manera el proyecto de “Restauración de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero, mediante la construcción de arrecifes artificiales y su relleno de playa, ya que las obras que se proponen y las que se autorizaron en los demás proyectos contribuirán a proteger un área mayor de costa, a mantener una playa más estable y a conservar los ecosistemas costeros del sistema ambiental regional.

Este sistema funcionará a nivel regional ya que las estructuras de protección en un largo plazo estarán a lo largo de la costa de estos proyectos, reduciendo la energía del oleaje que ha erosionado la costa, lo que a su vez permitirá que se mantenga más estable el relleno de playa, y que se protejan los ecosistemas de duna costera y manglar.

En las siguientes figuras se presentan las obras autorizadas para los tres proyectos: Desarrollo Turístico Mayakoba, del Desarrollo Tres Ríos y de Punta Kanai y las que se proponen en este.

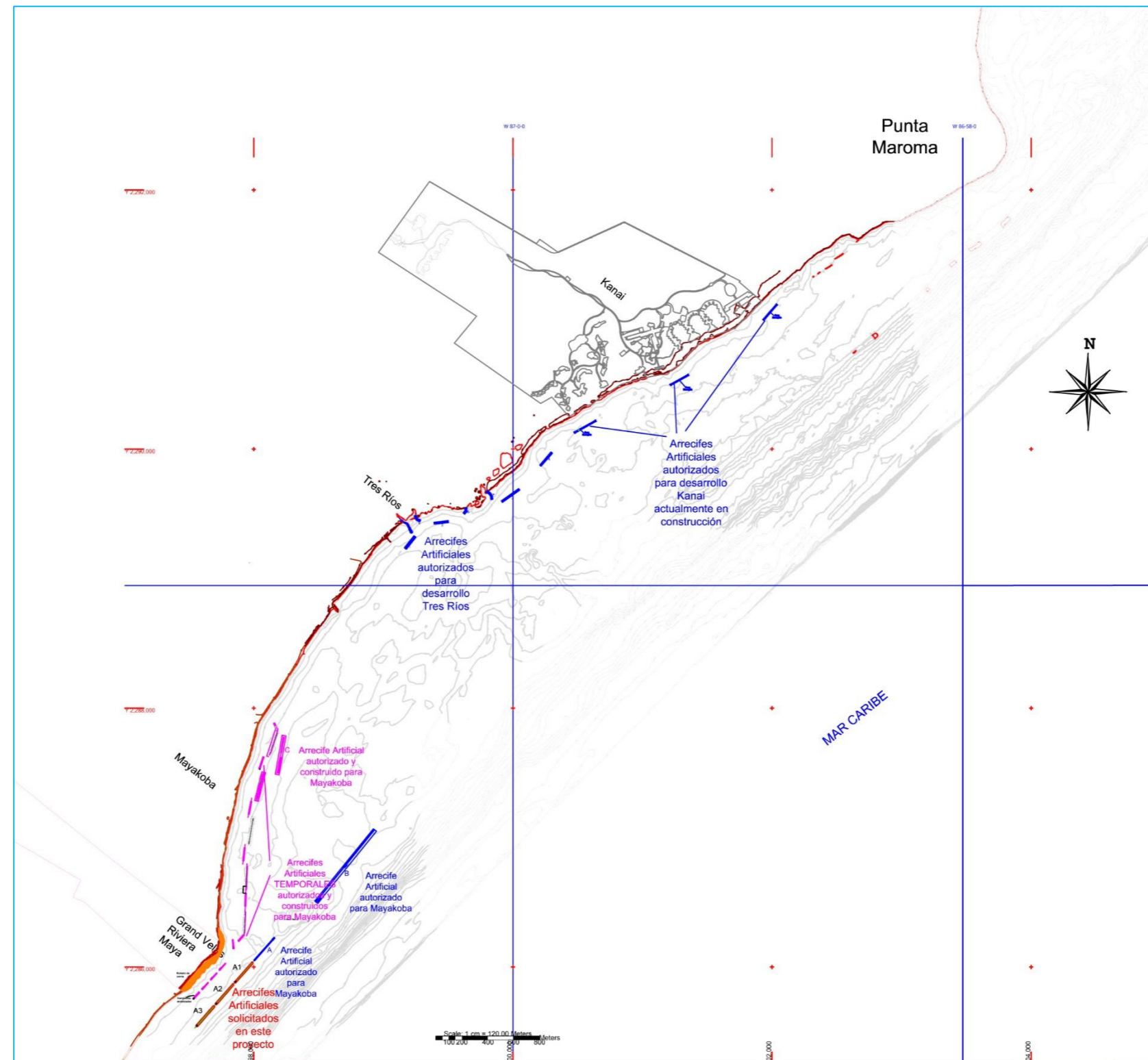


Figura 52. Se presentan las obras de protección y rehabilitación de playa de los proyectos Desarrollo Turístico Mayakoba, del Desarrollo Tres Ríos, de Punta Kanai y el que se propone.

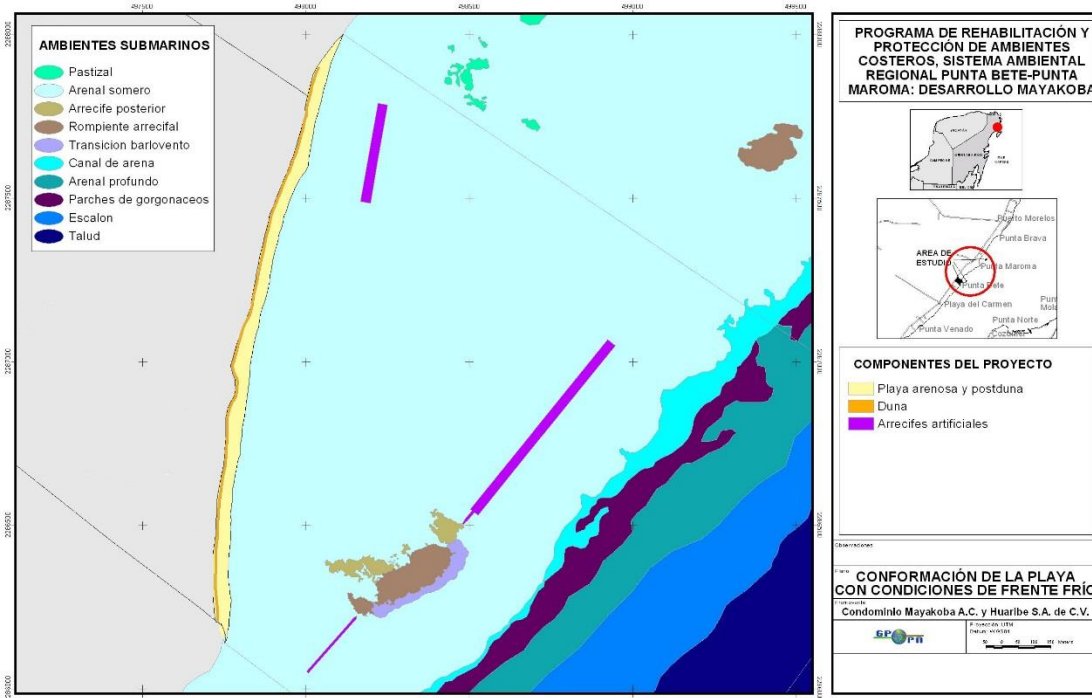


Figura 53. Se presentan las obras permanentes autorizadas para el proyecto Desarrollo Turístico Mayakoba. Fuente: MIA Clave 23QR2014T0007 página SEMARNAT.

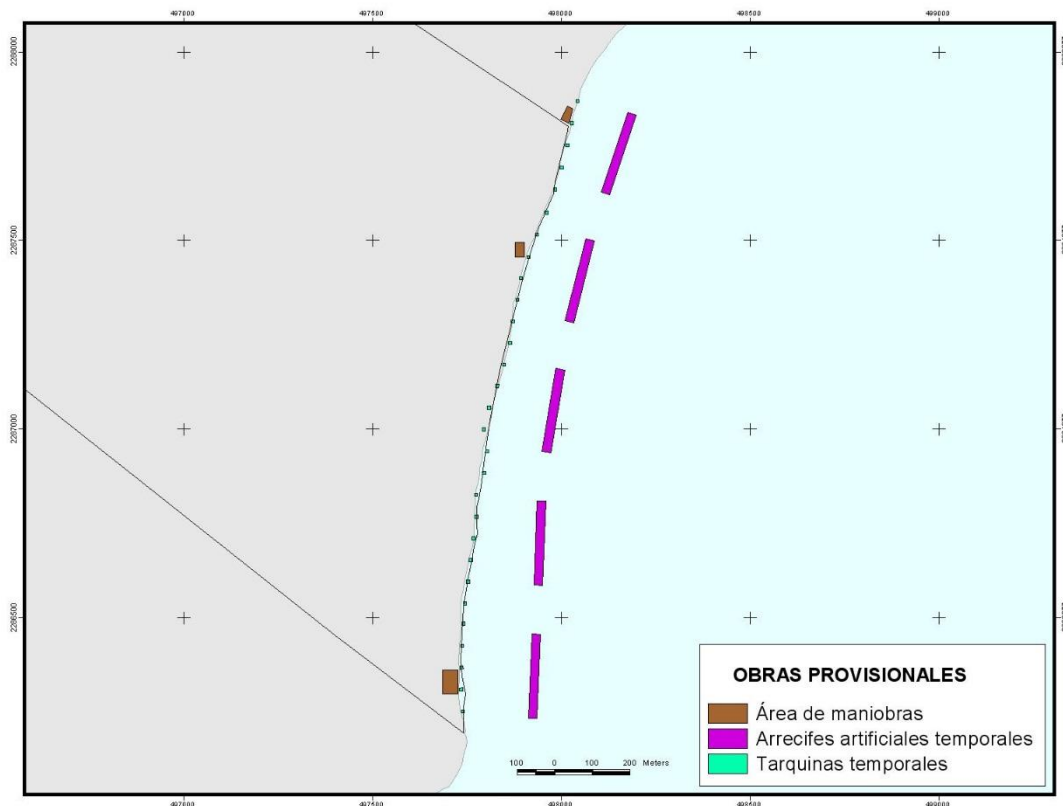


Figura 54. Se presentan las obras temporales autorizadas para el proyecto Desarrollo Turístico Mayakoba. Fuente: MIA Clave 23QR2014T0007 página SEMARNAT.

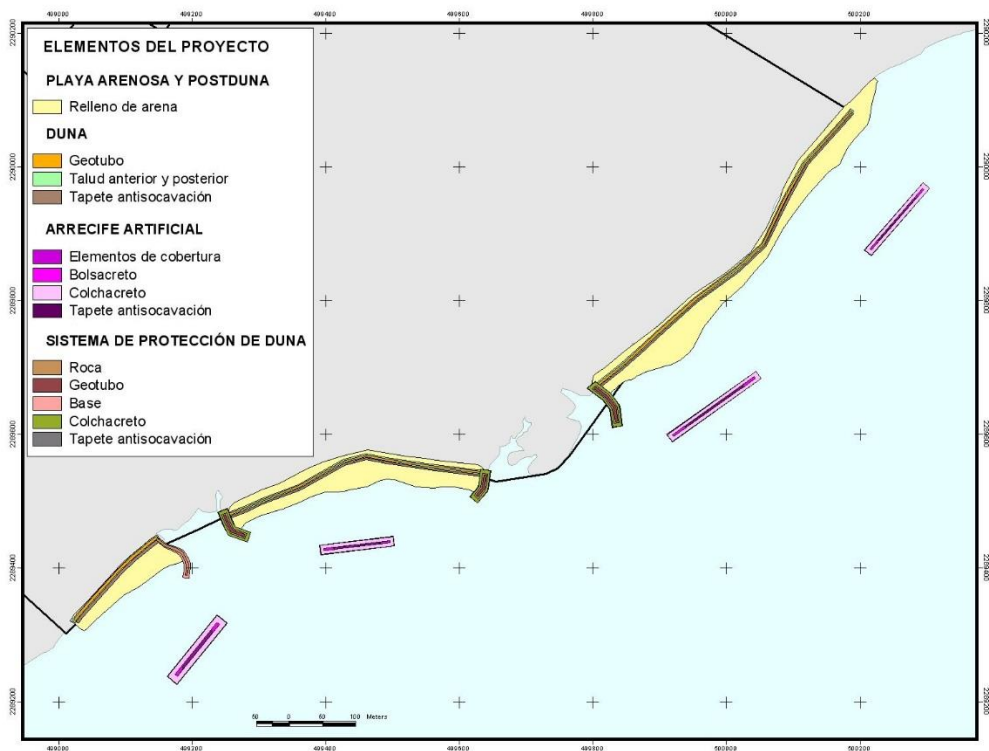


Figura 55. Se presentan las obras autorizadas para el Desarrollo Turístico Tres Ríos. Fuente: MIA Clave 23QR2014T0005 página SEMARNAT.

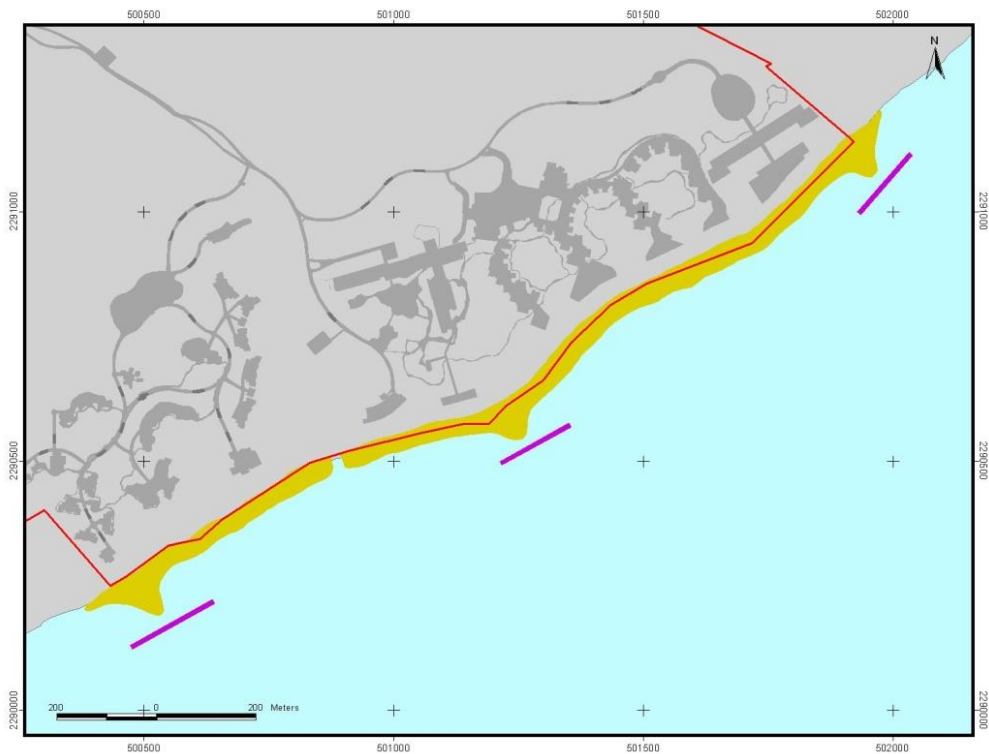


Figura 56. Se presentan las obras autorizadas para Punta Kanai. Fuente: MIA Clave 23QR2012T0034 página SEMARNAT.

En el caso del proyecto, solo se realizó una modelación a largo plazo de los arrecifes artificiales A1, A2 y A3 de Gran Velas y los arrecifes permanentes proyectados de Mayakoba por ser los más cercanos a Velas, los cuales forman una línea recta con el arrecife natural, de tal manera que cuando se construyan se conformará una barrera de protección similar a lo que ejercería un arrecife natural, reflejándose en la restauración de la playa de manera integral a nivel de la celda litoral. La configuración final se verá como la de la figura siguiente:

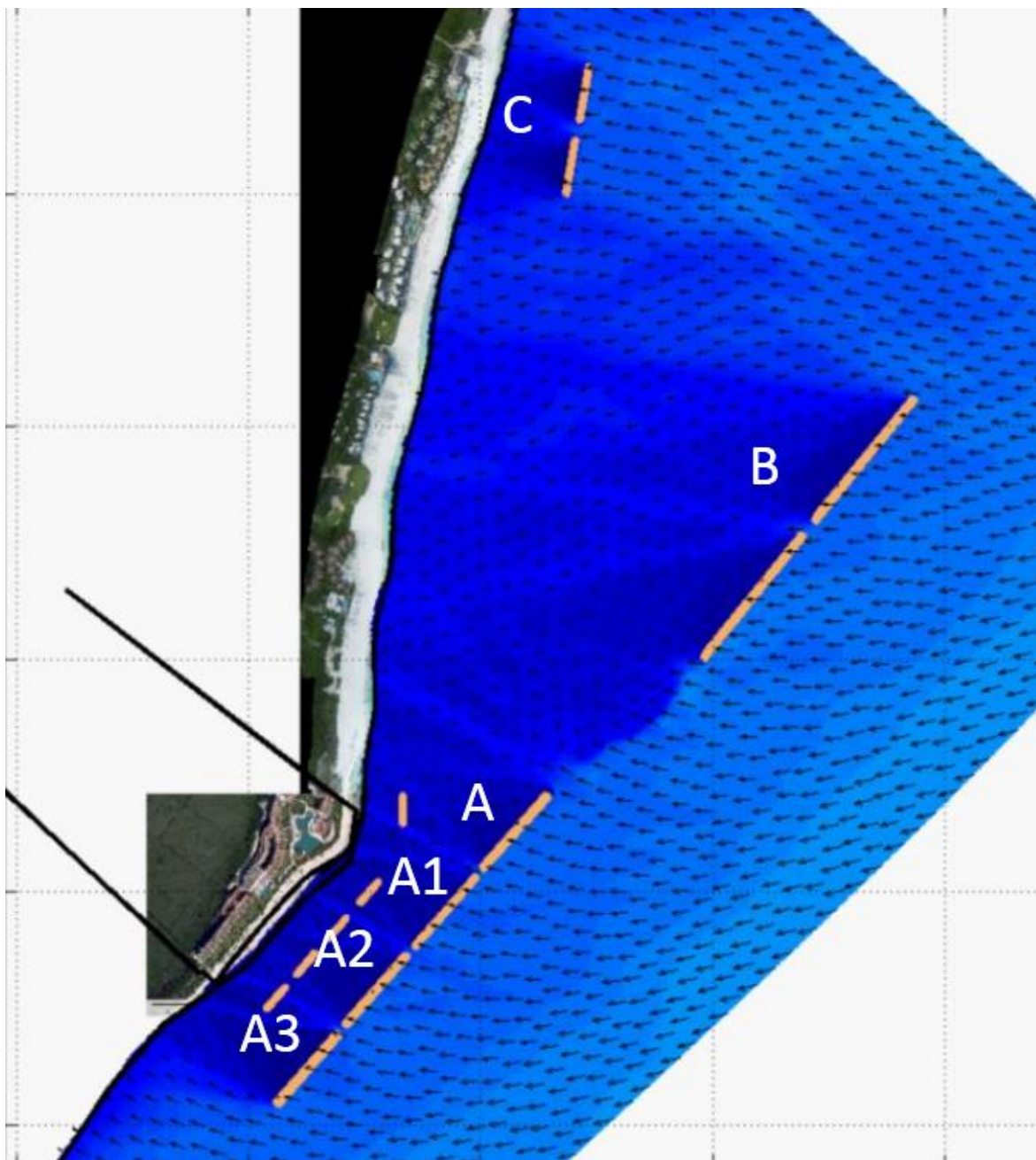


Figura 57. Imagen de la configuración del proyecto de Grand Velas con los 3 arrecifes artificiales A1, A2 y A3, las protecciones modificadas y el relleno de arena, y los Arrecifes Artificiales Permanentes A, B y C del desarrollo Mayakoba.

A continuación, se muestra la gráfica para la condición de 1,800 minutos, la cual corresponde a un frente frío de magnitud fuerte con oleaje de 2 m, elevación de marea de 30 cm y viento de 20 m/seg, como puede observarse los Arrecifes Artificiales de Mayakoba sumados a los arrecifes artificiales de Grand velas, y al arrecife natural genera un área protegida del oleaje intenso de una tormenta estacional.

En el anexo técnico 3 se pueden ver los videos del modelo y planos.

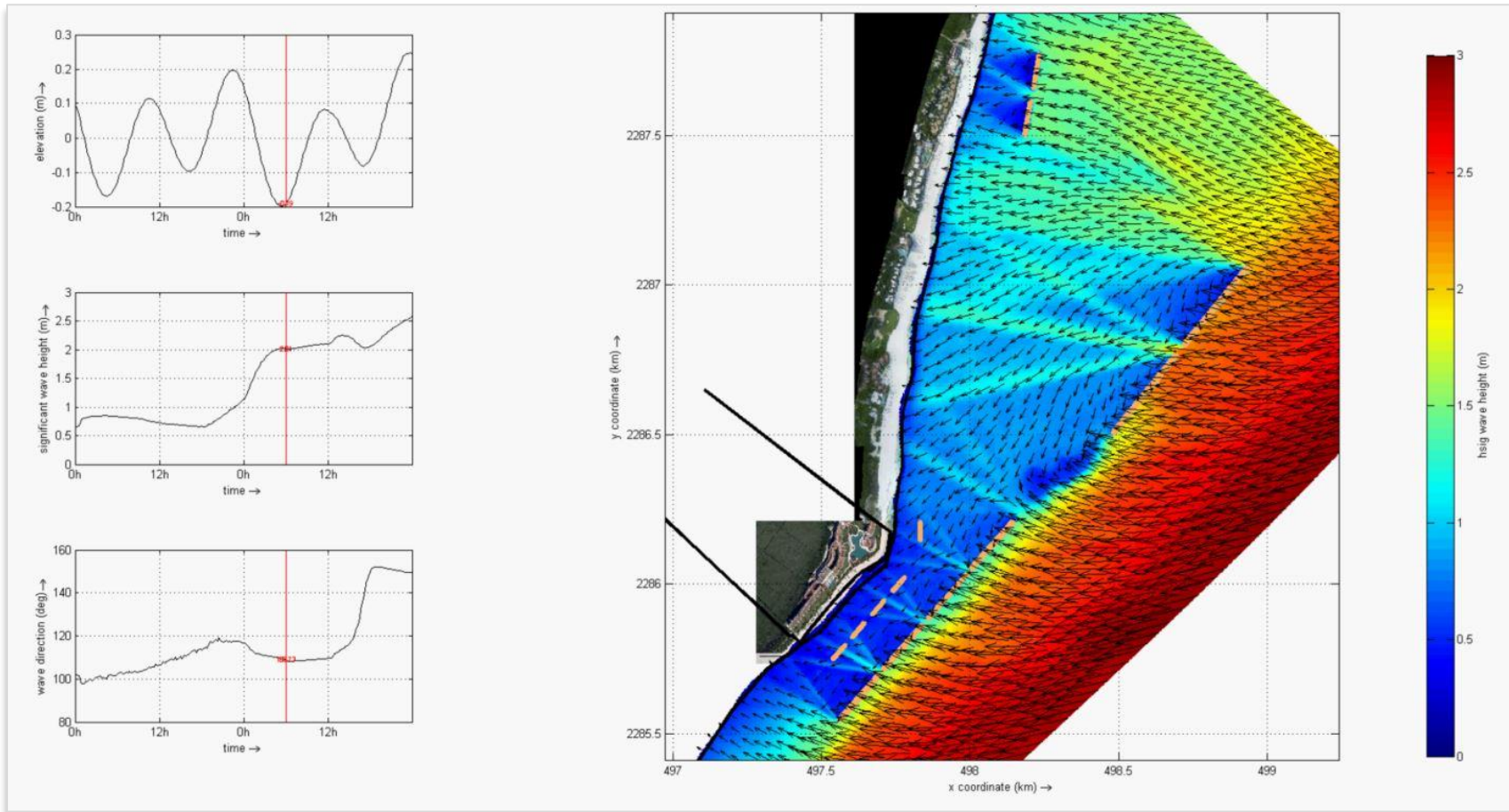


Figura 58. Gráfica de altura de ola frente a los desarrollos Grand Velas y Mayakoba.

A continuación, se muestra la condición más crítica con viento del Sur franco de 30m/seg, altura de ola de 2 m y sobreelevación de marea de 50 cm. Como puede observarse la protección contra la energía del oleaje sigue siendo efectiva, se alcanzan a ver puntos de oleaje ligeramente alto a través de la apertura del Arrecife Artificial “B” de Mayakoba y un poco por el Sur del Grand Velas, sin embargo, el sistema funciona bastante bien aún con esta condición crítica.

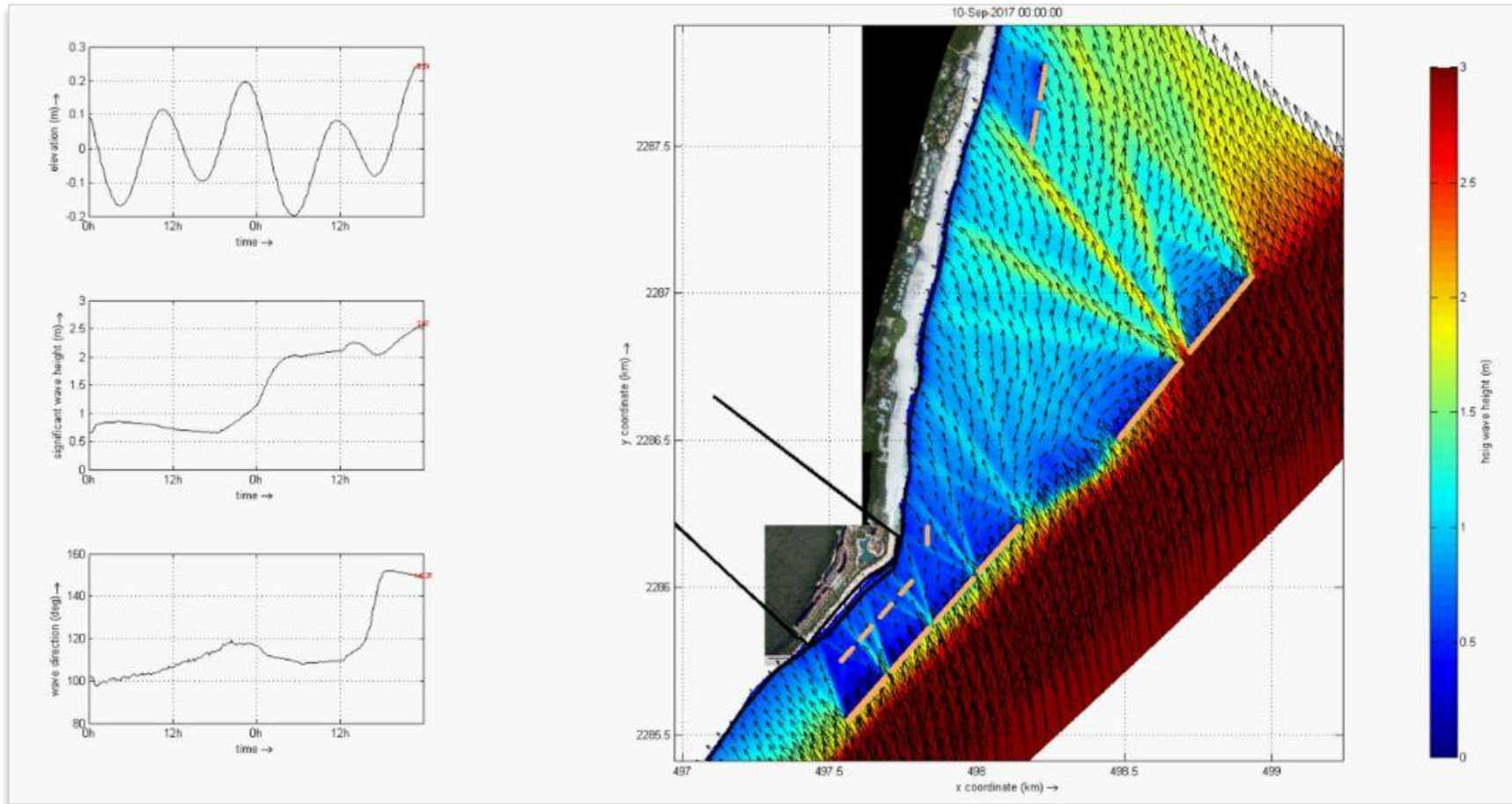


Figura 59. Gráfica de altura de ola con proyecto completo en condiciones de Surada.



A continuación, se muestra la gráfica del mismo tiempo que se mostró de oleaje (1800min), con olas de 2 m, sobrelevación de marea de 30 cm y viento del Noreste (30 grados). En esta gráfica se puede observar en colores que van de amarillo a rojo oscuro las acumulaciones de arena y en tonos que van de azul claro a azul oscuro áreas de erosión, ambos relacionados a una escala. Después de un periodo de frente frío de intensidad fuerte se nota un desplazamiento de arena al norte de Mayakoba que es detenido por el Arrecife Artificial "C", un ligero desplazamiento de arena hacia el mar en tonos amarillos y frente al Grand Velas se notan algunas manchas de color amarillo y rojo claro que queda entre la costa y los arrecifes artificiales A1 y A2, esto representa grosores de arena de aproximadamente 10 cm de manera que no son movimientos importantes de arena.

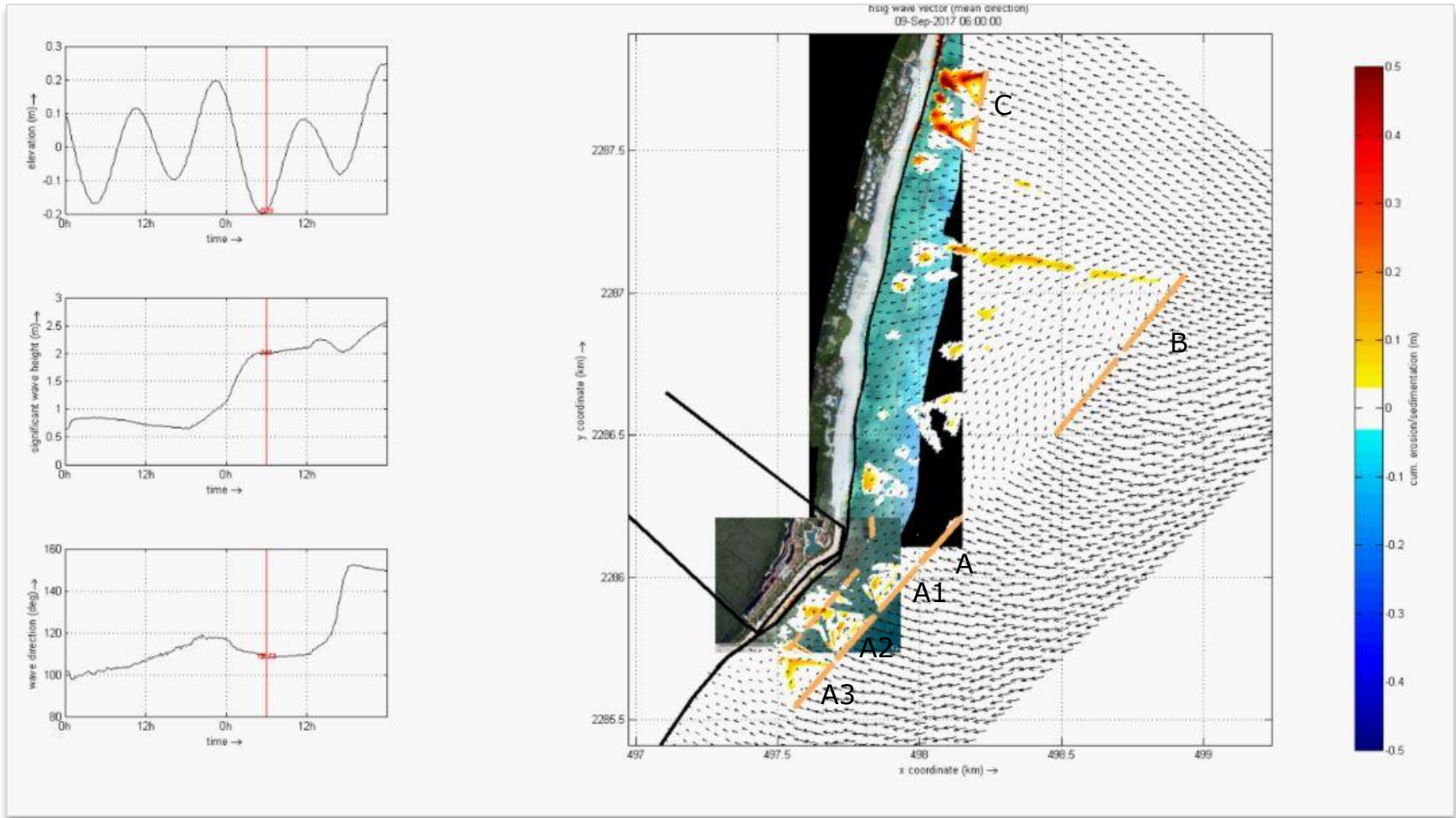


Figura 60. Gráfica de sedimentos con los dos proyectos a largo plazo.

Finalmente se muestra abajo la gráfica de sedimentación y erosión al final de la modelación después de haber pasado un Sureste con olas de 2 m de altura, sobrelevación de marea de 50 cm y viento de 30 m/seg. Como puede observarse los movimientos de arena son más fuertes que en la gráfica anterior ya que las condiciones de oleaje fueron más fuertes y la sobrelevación de tormenta fue importante, sin embargo, a pesar de estas condiciones la arena se queda dentro del sistema protegido y no se pierde en el mar, se notan algunos desplazamientos frente a la costa del desarrollo Mayakoba y un par de áreas de tonos amarillos y rojos claros detrás de los arrecifes artificiales A3 y A2.

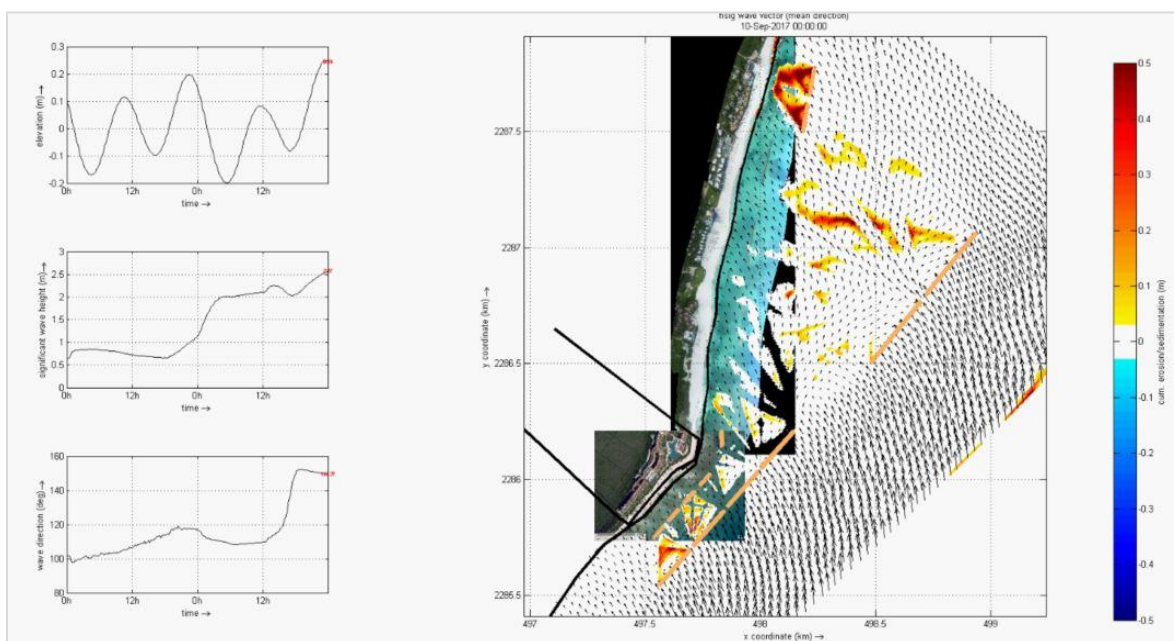


Figura 61. Gráfica de sedimentación y erosión frente a Grand Velas y Mayakoba.

3.6 CONCLUSIONES.

Desde el punto de vista físico, no se detectaron efectos colaterales negativos en el análisis del proyecto integral de relleno de playa con arena, la construcción de Arrecifes artificiales y la modificación de las protecciones actuales para recuperar y estabilizar la playa frente al Hotel Grand Velas, los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos muestran la disipación de la energía de la ola y el movimiento de la arena hacia un lado y otro de la playa sin repercusiones para ninguna zona de la celda litoral.

La construcción de los Arrecifes artificiales A1, A2 y A3 no generarán erosión a los lotes vecinos del Hotel Grand Velas debido a que los arrecifes artificiales que se pretende construir son paralelos a la línea de costa y en ningún momento se interrumpe el flujo a lo largo de la playa, por el contrario, los lotes vecinos se verán beneficiados al contar con la protección parcial de los arrecifes artificiales A1, A2 y A3.

La inyección de arena al sistema aunado a la construcción de los Arrecifes artificiales provocará un ensanchamiento de la playa.

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales. Cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al norte, y cuando el oleaje se presente del Este cada saliente se alineará con el centro de cada arrecife.

Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, por lo que el movimiento de agua a los costados de los arrecifes será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos.

En condiciones de tormentas estacionales fuertes, gran parte de la arena se moverá y se distribuirá naturalmente hacia los extremos Norte o Sur y también puede depositarse un poco en el fondo frente a la costa.

En general se espera que la playa sea estable y robusta.

No se visualiza ningún efecto negativo a los vecinos, al contrario, debido a la inclusión de arena en el sistema, es probable que los predios aledaños resulten beneficiados.

En caso de presentarse un huracán se pueden esperar los siguientes efectos:

1. Una cantidad considerable de arena será perdida.
2. Los arrecifes artificiales no proveerán protección ya que quedarán completamente cubiertos debido a la sobreelevación de marea y oleaje. Se espera que físicamente resistan bien la incidencia del oleaje y tal vez se deterioren o desplacen algunas piezas. Después de que pase el huracán se revisarán los daños a la estructura y se evaluará si es necesario reacomodar las piezas movidas o fabricar algunas piezas que hayan sido destruidas.

Además, se puntualiza lo siguiente:

- ✓ El proyecto de “Restauración de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero, mediante la construcción de arrecifes artificiales y su relleno de playa, ya que las obras que se proponen y las que se autorizaron en los demás proyectos contribuirán a proteger un área mayor de costa, a mantener una playa más estable y a conservar los ecosistemas costeros del sistema ambiental regional.
- ✓ Los arrecifes artificiales reducirán la energía del oleaje, lo que ayudará a reducir la erosión de la playa. Los arrecifes estarán alineados a la costa, formando una línea recta con el arrecife natural, de tal manera que cuando se construyan se conformará una barrera de protección similar a lo que ejercería un arrecife natural.

- ✓ En los arrecifes artificiales se realizará el trasplante de corales, creando un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica, y fomentando el desarrollo del arrecife natural.
- ✓ Las protecciones modificadas, seguirán siendo utilizadas como hábitats para la flora y fauna marina.
- ✓ Se pretende recuperar y estabilizar la playa frente al lote del desarrollo Grand Velas de forma importante, con lo que se protegerá un área de costa mayor que se sumará a las del SAR.
- ✓ El relleno de playa con arena extraída de un banco de arena marino, se realizará sin afectar el ecosistema ni las playas vecinas de forma negativa.
- ✓ La playa arenosa será estable en condiciones de oleaje normal y de tormentas estacionales.
- ✓ La ejecución del proyecto no amenaza el ecosistema porque no se introducen materiales exóticos, ni se amenaza la vida marina.
- ✓ No se genera erosión a las playas vecinas ya que no se interrumpe el transporte de sedimentos a lo largo de la costa de hecho, el proyecto genera impactos positivos, al mantener el sedimento en la zona.
- ✓ Se requiere un mantenimiento correctivo después de períodos de tormentas estacionales y extraordinarias.

3.7 MEDIDAS.

Para llevar a cabo los trabajos descritos anteriormente se deberán observar las siguientes prácticas:

1. Los trabajos de construcción de arrecifes y relleno de playa se deben realizar idealmente entre los meses de marzo y julio ya que, durante estos meses, se evita la temporada de huracanes, la de Nortes, y las Suradas son poco probables, por lo que es la temporada ideal.
2. En caso de pronosticarse oleaje fuerte del sureste, cerrarse el puerto o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones serán llevadas a Puerto Calica, Puerto Morelos, Playa del Carmen u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.
3. Las tuberías de polipropileno, las mangueras, uniones y conexiones usadas durante la extracción y bombeo de arena son de uso rudo y fueron diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión y su diseño robusto es adecuado para absorber la fuerza dinámica de los

movimientos debidos al oleaje. Sin embargo, si llegara a aparecer una grieta en alguna manguera o tubo por el exceso de presión en el interior, el derrame que se genere se visualizará de inmediato y se procederá a detener la bomba, cambiar la manguera o tubo en el sitio y reanudar el bombeo.

4. Las mallas geotextiles deberán estar completas y en buenas condiciones, con lastres para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Se unirán varias mallas suturando una con otra dependiendo de las medidas que se consiguen en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas.

3.8. REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Para la construcción de las obras, se requerirá la contratación de 25 trabajadores en total. La mano de obra será contratada en Playa del Carmen. El número de personas de cada oficio se presenta en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Personal requerido para la construcción de todas las obras.

Oficio	No. Personas	
Tripulación embarcaciones de apoyo	6	3 x cada embarcación
Operadores de maquinaria pesada	2	
Supervisor de obra	2	
Choferes	2	
Cuadrillas de apoyo	5	
Tripulación de la draga	8	
Total	25	

3.9. REQUERIMIENTOS DE EQUIPO.

Durante la construcción del proyecto se requerirá de maquinaria y equipo como tractores, excavadoras, embarcaciones, etc. El equipo requerido durante la construcción se enlista en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Equipo requerido para la construcción de las obras.

Equipo	Cantidad
Retroexcavadora	2
Embarcaciones entre 30 y 60 ft de eslora para apoyo.	2
Camiones de carga.	2
Draga de tolva	1
Pontón de 300 pies de Eslora x 200 pies de manga	2

Equipo	Cantidad
Embarcaciones remolcadoras con capacidad suficiente para pontón 300 pies	2
TOTAL	11

3.10. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se llevarán a cabo actividades de monitoreo, que incluirán por lo menos la medición de los siguientes parámetros:

1. Levantamientos Topobatimétricos semestrales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que la sección de diseño proyectada, se mantenga en los arrecifes artificiales y en la playa. La batimetría deberá abarcar el área desde la playa hasta 200 m aguas afuera de los arrecifes artificiales para detectar si la arena ha escapado y que tan lejos ha llegado, también se deberá abarcar al menos 200 m al Sur del desarrollo y 200 m al norte del desarrollo. El monitoreo servirá de base para predicciones futuras.
2. Inspecciones visuales periódicas de los arrecifes artificiales después de periodos de oleaje extraordinario y de forma semestral. Esta inspección deberá de ser documentada con fotos tomadas siempre desde el mismo ángulo, tanto dentro como fuera del agua. La recomendación para este punto en particular es que las fotografías se realicen en periodos de marea baja.
3. Es importante colocar señalización a los arrecifes artificiales para que los usuarios de embarcaciones no las golpeen.
4. Por la dinámica del sedimento en eventos climáticos estacionales o extraordinarios, es probable que la arena se pierda o se extienda dentro del área que protegen los arrecifes artificiales o alrededores cercanos, la cual puede ser bombeada nuevamente a la playa. Por eso es primordial contemplar un monitoreo topobatimétrico periódico dentro del marco del plan de mantenimiento.
5. Derivado de las actividades de monitoreo, se determinará cuando realizar las actividades mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.

3.11. DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO.

El proyecto tendrá una vida útil de 100 años, y en el momento que se termine se presentará el programa de desmantelamiento y abandono del sitio.

3.12. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

El proyecto no contempla obras asociadas.

3.13. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se contempla la utilización de explosivos.

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

4.1. ACCIONES DE MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS:

Durante las actividades proyectadas se espera generar residuos sólidos urbanos y residuos líquidos.

No se prevé generar residuos peligrosos, ya que la maquinaria se empleará para el acomodo de la arena, tendrá el mantenimiento preventivo necesario. Por otra parte, no es muy probable que ocurran derrames de hidrocarburos en la zona marina, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para contener el derrame, como se describe en la sección de residuos peligrosos.

RESIDUOS SÓLIDOS

Se realizará una separación de residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza.

Estrategias.

- *Desechos orgánicos (Restos de comida)*. Solo se espera generar residuos orgánicos en cantidades mínimas derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores.
- *Desechos inorgánicos (Papel, PVC, cartón, aluminio, madera, metal)*. Se espera generar desechos inorgánicos provenientes del consumo de alimentos por parte de los trabajadores, entre los que se espera generar envolturas de plástico y cartón, botellas de plástico, vidrio y latas. Los residuos sólidos susceptibles de reciclaje serán entregados al personal del hotel para que los destine a compañías dedicadas a su reciclaje.
- *Destino final de los residuos sólidos*. Los residuos sólidos deberán separarse de acuerdo con su tipo en orgánicos e inorgánicos en recipientes debidamente etiquetados y posteriormente serán trasladados a las cámaras de basura del hotel, que los entregará al servicio de limpia municipal, que los traslada al relleno sanitario de Playa del Carmen.

RESIDUOS LÍQUIDOS

Estrategias.

- *Sanitarios:* Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de las obras se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales se colocarán en los andadores del hotel próximos a la zona de trabajo en la playa. Los sanitarios deberán estar debidamente señalizados y se deberá promover su uso adecuado.
- *Limpieza de los sanitarios:* Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, la cual realizará la disposición final de estos residuos. Se verificará que la empresa arrendadora cuente con los permisos necesarios para llevar a cabo el traslado y disposición final de las aguas residuales.

RESIDUOS PELIGROSOS

En caso de generar residuos peligrosos derivados de algún derrame accidental de la maquinaria en la porción terrestre, se debe realizar su colecta, almacenamiento y disposición final:

- Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén de residuos peligrosos del hotel.
- Los residuos generados serán llevados al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, quien los entregará a la empresa autorizada en su manejo.

En tanto que en la porción marina, no es muy probable que haya derrames de hidrocarburos en el mar, sin embargo, en caso de que ocurriera se realizará lo siguiente:

1) Interrumpir las operaciones, 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados, y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 plg x 10 pies que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario, se empaquetan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones y son distribuidos por CHEMPTEX, entre otras compañías. El peso por bolsa es de 42lb (18.9 Kg) y pueden usarse para responder a derrames de prácticamente cualquier líquido sea ácido o básico, ya que se pueden desplegar y recuperar rápidamente. Estos flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca, una vez que la fuente de la fuga ha cesado y que el cordón se ha cerrado, este se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba el hidrocarburo. Cuando se sature el flotador habrá que remplazarlo por uno

nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia. Los flotadores contaminados se mantendrán a bordo de la embarcación para ser dispuestos en un sitio autorizado (ref. <http://www.chemtexinc.com/hazmat-pads-rolls/hazmat-absorbents-b8-h.html>).



Figura 62. Se muestra un ejemplo de un flotador absorbente.

Cabe señalar que cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones se realizará fuera del área de construcción del proyecto. Estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en los puertos de Puerto Morelos o Playa del Carmen.

EMISIONES A LA ATMÓSFERA

- *Emisiones de contaminantes:* Las actividades para llevar a cabo el proyecto requieren del uso de maquinaria pesada y equipo de construcción, que durante su operación genera emisiones contaminantes a la atmósfera y ruido.

Se utilizará maquinaria en buenas condiciones mecánicas y de afinación, que recibirá su mantenimiento periódico, con lo cual se espera que las emisiones de contaminantes sean mínimas.



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

En el proyecto se contará con la siguiente infraestructura para el manejo de los residuos:

- ✓ Recipientes para la colecta de los residuos que se generen, que estarán ubicados en los andadores del hotel.
- ✓ Sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores.
- ✓ Se elaboró un Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-R, que será ejecutado con el fin de darle un manejo adecuado a los residuos.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

INDICE

1.	UBICACIÓN DEL PREDIO.	3
2.	ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.	4
2.1.	VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN.	4
2.1.1	Planes y Programas de Desarrollo.	4
2.2.	ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS REGIONALES Y LOCALES DECRETADOS.	8
2.2.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	8
2.2.2.	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	14
2.2.3.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo de México y Mar Caribe.	46
2.2.4.	Decretos de Áreas Naturales Protegidas.	90
2.3.	ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS DEL PROYECTO.	102
2.3.1.	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	103
2.3.2.	Tratados, Convenios y Acuerdos Internacionales.	104
2.3.3	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	106
2.3.4.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	108
2.3.5.	Ley General de Vida Silvestre.	109
2.3.6.	Ley general de Bienes Nacionales.	112
2.3.7.	Ley de Puertos.	113
2.3.8.	Ley General de Cambio Climático.	114
2.3.9.	Reglamentos de las Leyes.	114
2.3.10.	Normas Oficiales Mexicanas.	117
2.3.11.	Artículo 60 TER y NOM-022-SEMARNAT-2003.	143
2.4.	REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA ET AL. 2000).	166
2.4.1.	Regiones Hidrológicas Prioritarias.	166
2.4.2.	Regiones Marinas Prioritarias.	171

1. UBICACIÓN DEL PREDIO.

La “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina del predio El Pirata ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

Asimismo, se hará uso de un banco de arena ubicado a 12.60 km de dicho predio, en la zona marina al noreste del predio mencionado.

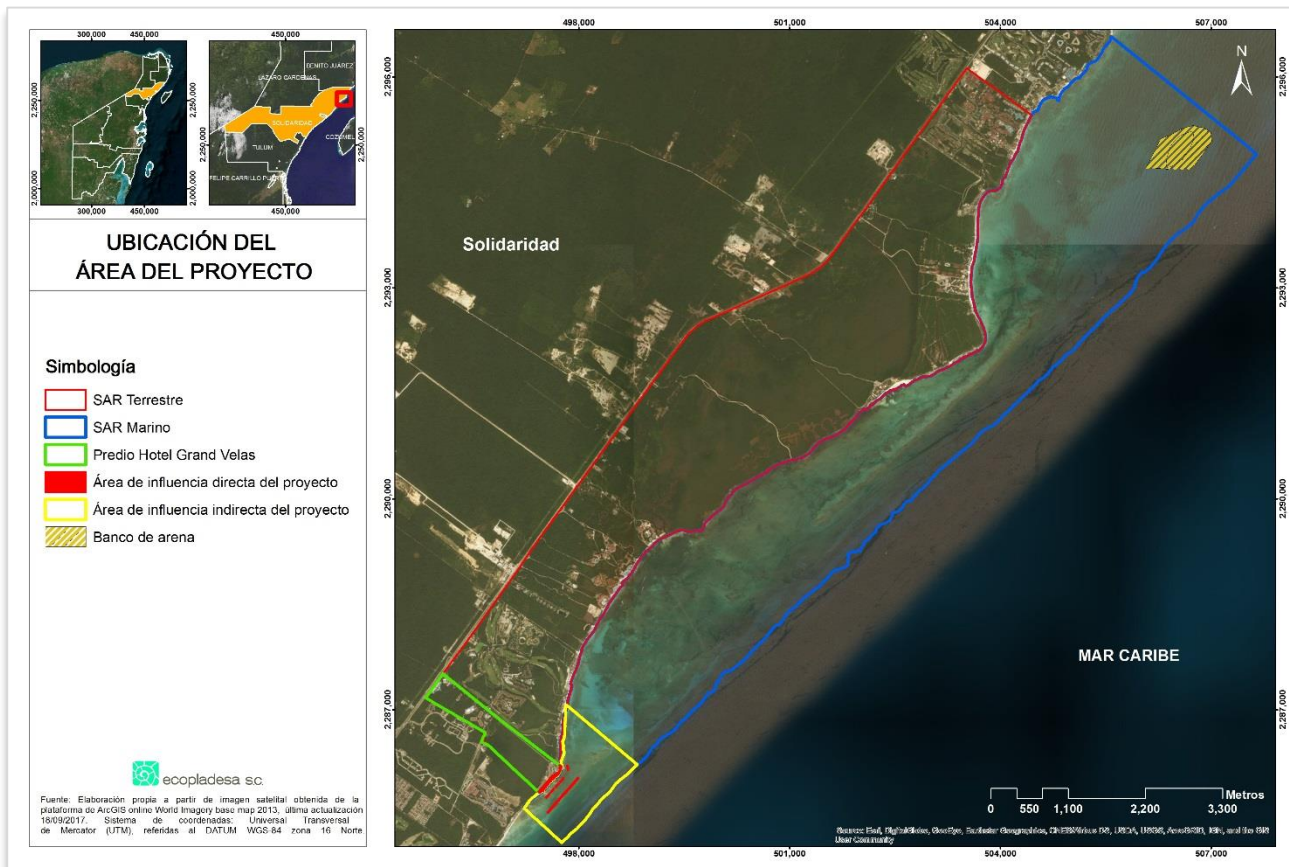


Figura 1. Localización regional y local del proyecto. El proyecto se establecerá en la franja costera marina del predio el Pirata del Hotel Grand Velas y Casa Velas, ubicado a la altura del kilómetro 62 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria - Puerto Juárez.

2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

El proyecto de “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”, se pretende desarrollar solo en la franja costera del predio del proyecto en cuestión, por lo que se ubica en un ambiente costero y le son aplicables al proyecto diversos preceptos legales contenidos en los instrumentos normativos y de planeación.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de vinculación del proyecto con los instrumentos normativos y de planeación que le corresponden.

2.1. VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN.

Los instrumentos normativos de carácter ambiental que son vinculantes al proyecto “Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” y los instrumentos de planeación ambiental que regulan el ordenamiento urbano y ecológico del territorio aplicable al Municipio de Solidaridad, son los siguientes:

1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.
2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
3. Estrategia Nacional de Cambio Climático.
4. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022.
5. Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2016-2018.
6. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.
7. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 29 de mayo de 2009.
8. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de Noviembre de 2012).
9. Marco Normativo (Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas de aplicación directa al proyecto).
10. Normatividad y legislación aplicable a la zona de manglar debido a la distancia a la que se encuentra.
11. Regiones Prioritarias.

A continuación, se presenta la vinculación con cada uno de ellos.

2.1.1 Planes y Programas de Desarrollo.

Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

En cumplimiento del Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Plan Nacional de Desarrollo tiene la finalidad de establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que deberán regir la acción del gobierno federal durante la presente administración. En este contexto el Plan indica que se deberá

propiciar el desarrollo y crecimiento económico y a su vez asegurar que los recursos naturales continúen proporcionando los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar y fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

En ese tenor, las obras y actividades que plantea el proyecto promueven la rehabilitación de la playa del predio con el fin de que se recuperen los servicios ambientales que ofrece este ecosistema en interacción con la duna ya restaurada, mediante la colocación de arrecifes artificiales, partiendo de una planificación y diseño ampliamente fundamentados en estudios que demuestran su viabilidad ambiental y garantizan que se mejoren las condiciones de los ecosistemas presentes en el predio y que se sumen a los desarrollos de restauración de playa que se están construyendo al nivel del sistema ambiental regional, con un estricto apego a la normatividad vigente en la materia. Por lo tanto, el proyecto se integra a los objetivos prioritarios contemplados en dicho instrumento, ya que promueve actividades de rehabilitación de ecosistemas.

Conforme a lo planteado anteriormente, el Plan Nacional de Desarrollo establece una serie de estrategias para preservar nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo, que habrán de regir las políticas públicas durante el periodo de su vigencia.

Por otra parte, incluye un rubro referente a fomento económico, política sectorial y regional, en el que se hace referencia también a que el Estado debe dirigir una política de fomento económico enfocada en sectores estratégicos, como el turismo, pues éste trae consigo, entre otros beneficios, la generación de empleo, competir exitosamente en el exterior, ingreso de divisas, mayor contribución al gasto público, democratización de la productividad y generación de alto valor a través de la integración con las cadenas productivas locales.

En ese sentido, este proyecto constituye una enorme inversión para impulsar el turismo sustentable, tanto en el corto, como en el mediano y largo plazos, pues al desarrollarse el proyecto y alcanzar los objetivos planteados por el mismo consistentes en la preservación y mejoramiento de los recursos naturales de la región como atractivos turísticos de gran demanda, impactará en el bienestar social de la comunidad receptora del mismo, pues el Hotel Grand Velas y Casa Velas genera empleos en la etapa de operación en la que se encuentra, lo que coadyuva con el desarrollo de la región.

Tal y como podrá observarse a lo largo de la presente MIA-R, el proyecto se apega a las políticas públicas de desarrollo sustentable establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo.

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales derivado del Plan Nacional de Desarrollo, establece los objetivos específicos que el sector medio ambiente

debe cumplir conforme al citado plan y la política de planeación de la actual administración en materia ambiental.

Al respecto el programa establece diversos objetivos generales con los cuales este proyecto es congruente y consistente, por la naturaleza de las obras y actividades que plantea. Estos objetivos se enuncian a continuación:

Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático
Estrategia 2.1. Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.
Líneas de acción
2.1.2. Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.
Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentablemente del patrimonio natural.
Estrategia 4.1. Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.
Líneas de acción
4.1.6. Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.
Objetivo 5. Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.
Estrategia 5.6. Fortalecer la verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de recursos naturales e industria de competencia federal.
Líneas de acción
5.6.4 Promover la restauración de áreas impactadas por tala clandestina, cambio de uso de suelo y contingencias.

Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático derivada del Programa Nacional de Desarrollo y de la Ley General de Cambio Climático, es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Como instrumento rector, describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y estimaciones a futuro, para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad al respecto.

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, los principios rectores de la Política Nacional de Cambio Climático, son, entre otros, los siguientes:

1. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y recursos naturales;
2. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad;
3. Prevención de los daños al medio ambiente y preservación del equilibrio ecológico;
4. Participación ciudadana efectiva;
5. Responsabilidad ambiental;

6. Compromiso con la economía y el desarrollo económico sin vulnerar la competitividad frente a los mercados internacionales.

Teniendo en cuenta tales principios, podemos destacar que el proyecto propuesto se ajusta a estos, dado que las acciones planteadas tienen como objetivo recuperar la playa y proteger los ecosistemas de duna costera y manglar, coadyuvando con la preservación del medio ambiente. Cabe señalar que el hotel desde su conformación restauró el ecosistema de duna, e implementó un proyecto de restauración de playa sin relleno de arena que funcionó bien varios años. Sin embargo, ante el incremento de los procesos erosivos globales, somete a autorización este proyecto como estrategia de adaptación a dichos cambios.

De acuerdo con lo anterior, la promovente está adoptando una responsabilidad ambiental mediante una inversión efectiva y privada de un considerable monto de recursos financieros, así como de insumos técnicos, científicos y jurídicos para generar una acción directa de mitigación de los efectos que ha causado el cambio climático y procesos costeros que imperan en la zona. Esto con el fin de mantener una costa más estable y para preservar el equilibrio ecológico del sistema ambiental regional Punta Bete-Punta Maroma. Además de que al preservar los ecosistemas y la playa, también se mantiene el atractivo turístico del Hotel Grand Velas y Casa Velas, lo que permitirá la generación de empleos directos e indirectos, derrama económica e ingreso de divisas y bienestar social en el Municipio de Solidaridad. Cabe señalar que los arrecifes artificiales que propone representan una estrategia para restaurar la playa, representan una adaptación al cambio climático, y se pueden modificar a futuro para mitigar los posibles impactos que pudieran continuar con dicho cambio.

Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022.

Las políticas públicas establecidas en los diferentes instrumentos gubernamentales de planeación coinciden en sus planteamientos respecto de la necesidad de integrar el desarrollo económico con el aprovechamiento responsable de los recursos naturales. El **Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022**, establece como objetivo estratégico, el crecimiento ordenado con sustentabilidad ambiental, en el que se incluye un rubro de medio ambiente y sustentabilidad. Al respecto se señala que para preservar la riqueza natural y cultural del estado es necesario que el mediano y largo plazo la estrategia sea la de conservación, preservación y en su caso la mitigación de desequilibrios ecológicos. También indica en su apartado de Áreas Naturales Protegidas, que es necesario plantear un modelo que oriente el desarrollo turístico hacia la conservación del medio natural, a través de una gestión y administración urbana respetuosas del marco legal. Para conseguirlo es imprescindible armonizar los valores naturales, sociales y culturales con el desarrollo y el crecimiento económico.

Considerando lo anterior, el proyecto coadyuva con lo que se plantea en este Plan de Desarrollo, ya que se pretende llevar a cabo actividades de recuperación de los ecosistemas, lo cual coadyuva con la preservación del ambiente.

El proyecto considera acciones de rehabilitación de la playa mediante la colocación de arrecifes artificiales que serán dispuestas de acuerdo con un diseño basado en estudios específicos para evitar afectaciones al ecosistema marino, por lo que puede considerarse entonces que no existen contraposiciones a lo dispuesto por el Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo.

Por último, es preciso indicar que si bien el proyecto es compatible con los planes estatales, estos representan acciones de índole programática o de planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los estados, conforme a lo establecido en las propias Leyes de planeación estatales.

Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2016-2018.

El Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad tiene como objetivo orientar la gestión gubernamental a la obtención de resultados que serán supervisados y, cuando las líneas base lo permitan, evaluar mediante la construcción de indicadores el impacto de las actividades del gobierno. El plan se sustenta en cinco ejes rectores como son gobierno eficiente y transparente, seguridad solidaria, desarrollo urbano sustentable, turismo y desarrollo económico y desarrollo social integral.

En el eje relativo al desarrollo urbano sustentable, se plantea como uno de sus objetivos ***generar estrategias que contribuyan a la conservación y rehabilitación de los litorales y playas.***

Dentro de este marco se establece la “Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”, ya que se pretende la instalación de infraestructura de protección costera con el fin de reducir la energía del oleaje y rehabilitar la playa que presenta niveles graves de erosión, lo que a su vez contribuirá proteger los ecosistemas de duna costera y manglar.

2.2. ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS REGIONALES Y LOCALES DECRETADOS.

2.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

El Acuerdo que expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional que vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática.

El programa de ordenamiento integra en un plano que denomina Modelo de Ordenamiento Ecológico General Territorial, una regionalización ecológica del Territorio Nacional, que divide a toda la República Mexicana en 145 unidades ambientales biofísicas (UAB), estableciendo lineamientos y estrategias ecológicas generales.

En el documento se presentan un total de 44 estrategias ecológicas dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio nacional, el mejoramiento del sistema social y de

infraestructura urbana, así como también dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

EL POEGT establece los siguientes lineamientos ecológicos por cumplir:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

En este marco de referencia, el área donde se pretende establecer el proyecto de “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” le corresponde la Región Ecológica número 17.33, compuesta exclusivamente por la Unidad Ambiental Biofísica número 62. A continuación se agrega la ficha técnica contenida en el Programa de

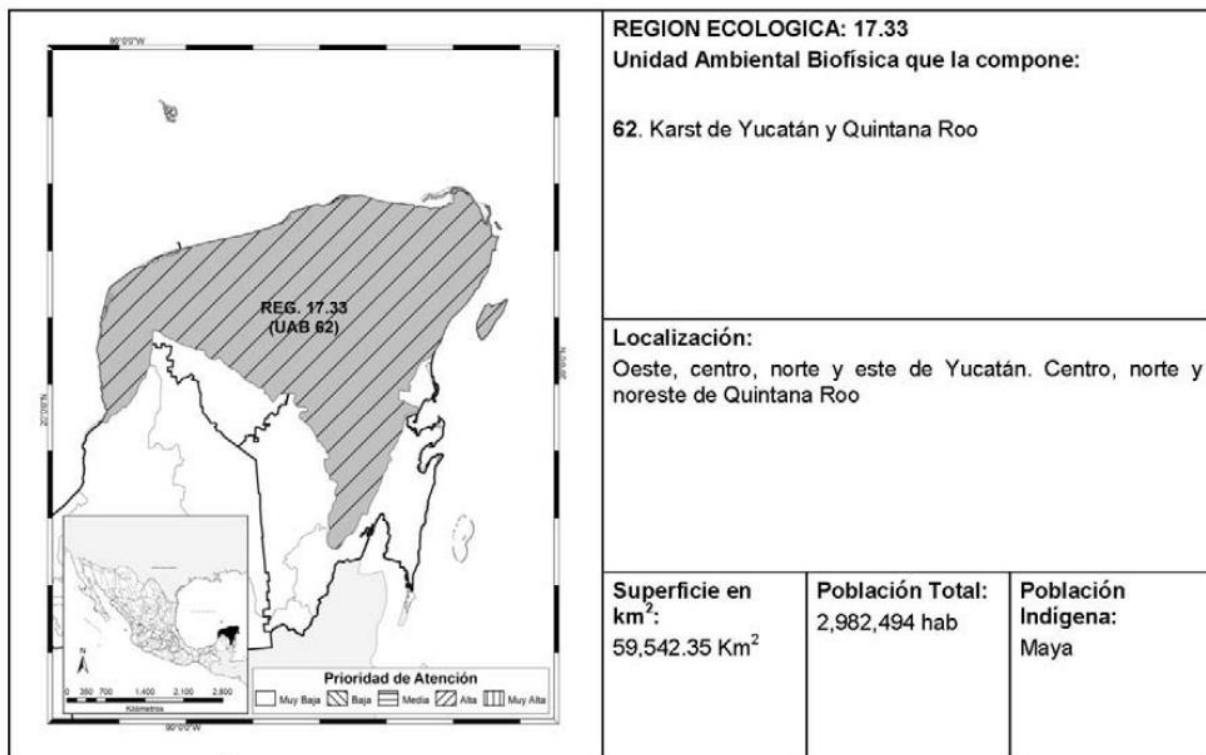
Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la cual se expresan las características de dicha Unidad Ambiental Geofísica:

Nombre de la UAB (Unidad ambiental biofísica): Karst de Yucatán y Quintana Roo.
Número de la UAB: 62.

Política ambiental: Restauración, protección y aprovechamiento sustentable.

Estrategias: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

CLAVE REGION	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERES	NIVEL DE ATENCION PRIORITARIA
17.33	Preservación de flora y fauna Turismo	Desarrollo social forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos indígenas	Alta



Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la
---	--

actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.					
Escenario al 2033:		Inestable a Crítico			
Política Ambiental:		Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable			
Prioridad de Atención:		Alta			
UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 62

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio

A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.

Estrategias. UAB 62	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables. Bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

Estrategias. UAB 62	
B) Planeación de Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Por su escala y alcance, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Se establece en él, que cada sector tiene sus prioridades y metas. Sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con los programas locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

El contenido de las políticas establecidas en el Programa es congruente con el medio ambiente; dado que impulsa la preservación y protección de los recursos naturales, su aprovechamiento sustentable a través del fomento a las actividades de producción y servicios que fortalezcan el desarrollo regional. Se presenta a continuación el mapa de la zona en la que se inserta el proyecto dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (Figura 2).

El proyecto se ajusta a los lineamientos establecidos en este programa toda vez que tiene el objetivo de rehabilitar la zona de playa, con el fin de mejorar las condiciones de los ecosistemas, que se enmarca en las estrategias establecidas en el Grupo I.

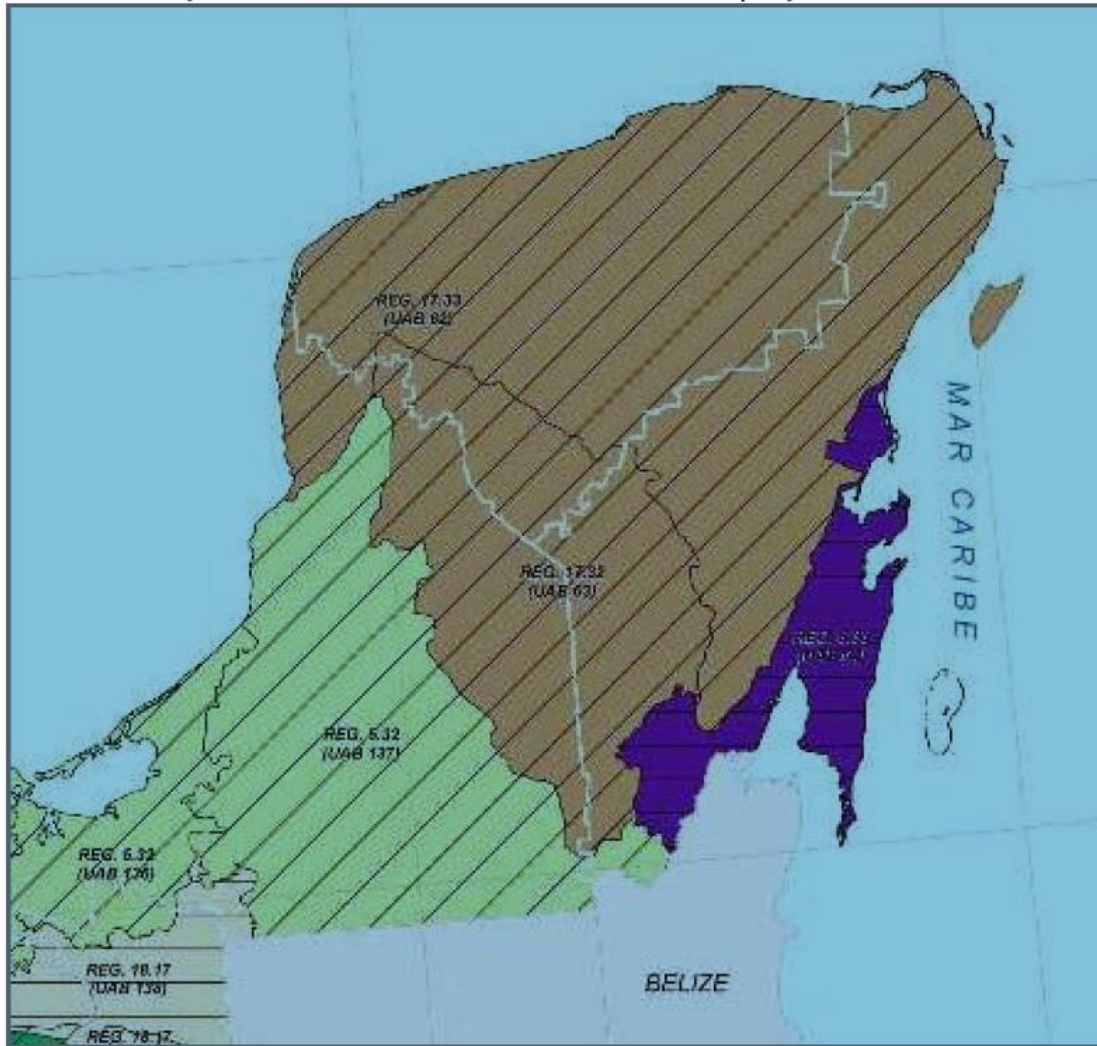


Figura 2. El proyecto se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica UAB: 62.

2.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de Mayo de 2009, el predio del Hotel Grand Velas y Casa Velas se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 17, **Corredor Turístico Punta Brava-Xcalacoco** (Figura 3) a la que le corresponde una política de **Aprovechamiento Sustentable** (Cuadro 1).

Cuadro 1. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental		17	
Nombre	Corredor turístico Punta Brava-Xcalacoco		
Política ambiental	Conservación		
Superficie	2,922.96 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	1.47 %
Escenario inicial	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 Emily y Wilma.		
Tendencias	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.		
Lineamiento ambiental	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue los desarrollos de esta zona, se logra la 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.		
Estrategias ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • 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 realizará 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 el cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. • Los desarrollos reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos. 		
Vocación de uso de suelo	Turística.		
Usos condicionados	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.		
Usos incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.		
Criterios de regulación ecológica	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS	
	Turístico	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.	

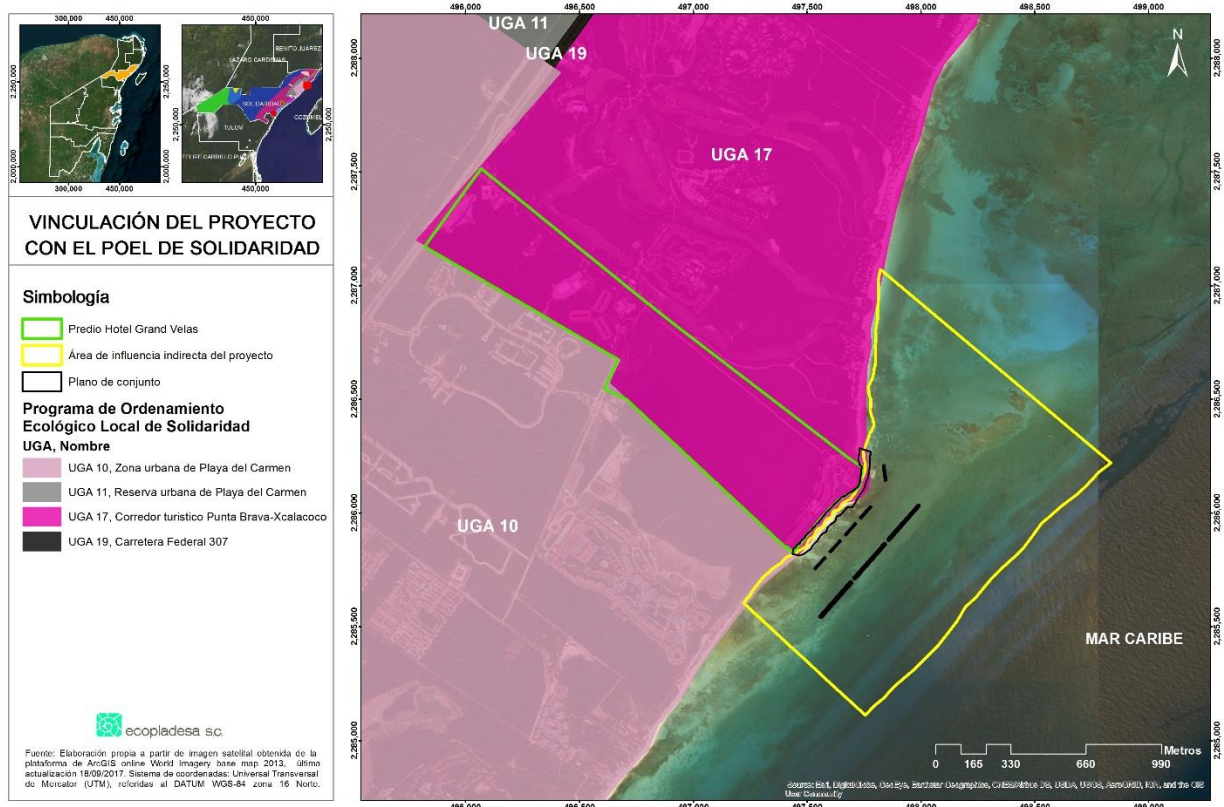


Figura 3. Ubicación del predio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

En el siguiente cuadro se enlistan los criterios generales marcados por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro 2. Criterios generales.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
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	El presente proyecto se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente. El presente estudio se somete a evaluación en materia de impacto ambiental para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 28, Fracciones IX, X y XI de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y a los incisos Q, R, S y U del artículo 5 del Reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	
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 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.	<p>En la zona terrestre sólo se pretende ocupar la playa arenosa, en la que se registraron 64 palmas de coco (<i>Cocos nucifera</i>), las cuales serán rescatadas y trasladadas al vivero del hotel donde serán embolsadas o trasplantadas, y recibirán los cuidados necesarios.</p> <p>En la zona marina no hay especies de vegetación acuática que se requiera trasplante, ya que básicamente se identificaron algas de rápido crecimiento.</p> <p>Las actividades de rescate de las palmas se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina que se anexa al presente (Anexo Técnico 4).</p>
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.	<p>En la porción terrestre no se registraron ejemplares de fauna susceptibles de rescate ya que solo se utilizará la playa arenosa, en la que solo se registraron aves, que se desplazan fácilmente.</p> <p>En tanto que en las áreas de aprovechamiento de la zona marina (correspondientes a las áreas de relleno de playa, de la modificación de las protecciones y de los arrecifes artificiales, así como en el banco donde se extraerá la arena), se realizarán recorridos para rescatar a los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, corales, y esponjas. Estos serán trasladados a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto, previa evaluación de dicho sitio.</p> <p>Las actividades de rescate de los organismos de fauna marina se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina que se anexa al presente (Anexo Técnico 4).</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-04	<p>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.</p>	<p>Una vez que se conforme la playa, se realizarán actividades de enriquecimiento de la duna restaurada empleando plantas nativas propias de duna costera, con el fin de mejorar sus condiciones.</p> <p>Esta duna artificial fue conformada como parte del proyecto de Restauración de la Línea de Costa de Punta Bete, que fue autorizado y ejecutado en el 2008.</p> <p>Las actividades de reforestación se llevarán a cabo conforme al Programa de Reforestación del Hotel Grand Velas y Casa Velas, y solo se emplearán especies nativas, por lo que no se contempla el uso de flora exótica invasora.</p> <p>En la zona de playa serán reubicadas las palmeras que se rescataron al final de la conformación del proyecto.</p>
CG-05	<p>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.</p>	<p>El proyecto corresponde a una propuesta de rehabilitación de la zona costera, que incluye la construcción de arrecifes artificiales, modificación de protecciones existentes, extracción de arena y relleno de playa en el área marina y zona federal adyacente, por lo que su objetivo es recuperar la playa y mejorar las condiciones de la duna restaurada. Lo anterior coadyuvará a preservar los ecosistemas de duna costera y manglar.</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
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.	<p>El área de aprovechamiento de la zona terrestre solo posee playa arenosa, y las actividades propuestas sólo implican el relleno de playa sobre el sustrato arenoso existente, no se consideran movimientos de tierra, por lo que no habrá tierra vegetal ni sustrato arenoso que recuperar.</p> <p>Asimismo, no se consideran acciones de desmonte, por lo que no le es aplicable este criterio.</p>
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. 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 cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	<p>Durante la construcción de las obras, se espera generar aguas residuales por parte de los trabajadores, para las cuales se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en los andadores del hotel cercanos a la playa.</p> <p>Como resultado del monitoreo en la etapa de operación se requiere realizar las actividades de extracción de arena, bombeo y relleno de arena en la etapa operativa, los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a través de la red de drenaje interna a su planta de tratamiento, cuyo efluente cumple con la normatividad ambiental vigente.</p>
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto no considera obras de canalización de drenaje pluvial, ni de drenaje sanitario, por lo que estos criterios no son aplicables.
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	

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	<p>En el proyecto solo se contempla la extracción de arena de un banco de arena marino, lo cual se somete a autorización a través de este estudio.</p> <p>Por otra parte, las plantas que sean utilizadas para el enriquecimiento de la duna restaurada serán obtenidas del vivero con el que cuenta el hotel.</p>
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).	En el proyecto no se contempla el uso de plaguicidas y fertilizantes, por lo que no le es aplicable este criterio.
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.	<p>Para dar cumplimiento a este criterio se llevará a cabo el monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Programa de Desempeño Ambiental que se anexa al presente estudio (Anexo Técnico 5).</p> <p>En este programa se incluyen actividades de monitoreo de la playa y del funcionamiento de los arrecifes artificiales mediante levantamientos topobatimétricos, inspecciones visuales, entre otras.</p> <p>En el programa referido se establecerán los indicadores que permitirán identificar la eficacia en la aplicación de las medidas propuestas en este estudio, así como las técnicas y métodos que se aplicarán para evaluarlos.</p>
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	Dada la naturaleza del proyecto, solo se espera generar residuos derivados del consumo de los alimentos por parte de los trabajadores, aguas residuales, y es probable que se genere un bajo volumen de residuos peligrosos, los cuales se manejarán adecuadamente.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Se anexa al presente el Programa de Manejo de Residuos (Anexo Técnico 6), en el que se describen los procedimientos que se deberán seguir para un manejo adecuado de los residuos que se generen durante todas las etapas.
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.	En el proyecto no se pretende la introducción de especies exóticas o invasoras incluidas en el listado de la CONABIO, en las actividades de enriquecimiento de la duna restaurada solo se emplearán especies nativas propias de matorral costero, las cuales se reproducen en el vivero del hotel.
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.	<p>En la playa del proyecto llegan a anidar tres especies de tortugas marinas, como son la tortuga blanca o verde (<i>Chelonia mydas</i>), la tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) y tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción.</p> <p>Estos arribos de tortugas marinas se empezaron a dar después del año 2010, dos años después que se terminó el proyecto de Restauración de la línea de Costa de Punta Bete, ya que anterior a dicha fecha se carecía de playa arenosa. En el año 2010, se registraron 4 nidos, 1 perteneciente a la tortuga <i>Chelonia mydas</i> (Tortuga Verde) y 3 de la especie <i>Caretta caretta</i> (Tortuga Caguama); para el año 2011 se reportaron 7 nidos, 4 de la especie <i>Chelonia mydas</i> y 3 de la especie <i>Caretta caretta</i>.</p> <p>A partir del año 2012 el Hotel Grand Velas forma parte del Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas de las Playas del Municipio de Solidaridad,</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		<p>realizado por la Dirección de Medio Ambiente del H. ayuntamiento de Solidaridad que cuenta con Plan de Manejo para llevar a cabo estas actividades, el cual fue autorizado mediante el Oficio No. SGPA/DGVS/02768/16 de fecha 22 de marzo de 2016 por parte de la Dirección General de Vida Silvestre.</p> <p>El personal del municipio está a cargo de las actividades del Programa de Protección de Tortugas Marinas del Municipio de Solidaridad, que incluyen la reubicación, traslado y trasplante de huevos, marcaje de nidos, protección de nidadas <i>in situ</i>, revisión de hembras y liberación de las crías. El personal ha registrado las anidaciones de tortugas marinas durante el período de 2012 a 2016.</p> <p>En el 2015 se registraron 36 nidos, 4,092 huevos y 3,268 crías liberadas. En el 2016 se registraron hasta 39 nidos de tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>), de los cuales se obtuvieron 4,028 huevos y se liberaron 2,770 crías.</p> <p>Con el proyecto se pretende recuperar la playa que se ha estado perdiendo a causa de la erosión. De esta manera, se garantiza que una vez que se termine el relleno de playa, se tendrá un área mayor de anidación, lo cual resultará en un impacto positivo en sus poblaciones.</p> <p>Una vez que se implemente el proyecto se realizará un convenio con el Municipio de Solidaridad para llevar a cabo las actividades de protección de tortugas marinas, previa aprobación del Plan de Manejo y autorización de la Dirección General de Vida Silvestre.</p> <p>Cabe señalar que las actividades de extracción, bombeo de arena y relleno de playa se llevarán a cabo fuera de la</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		<p>temporada de anidación con el fin de evitar afectaciones a estos organismos.</p> <p>De la misma forma, si se registran nidos en la playa durante el resto de las actividades del proyecto, en caso que sea necesario se coordinará con el municipio la reubicación de los nidos en el sitio que esta autoridad señale.</p> <p>Por otra parte, en la zona marina se registraron cuatro especies de corales en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como son <i>Acropora palmata</i>, <i>Acropora cervicornis</i>, <i>Plexaurella homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>, las cuales están sujetas a protección especial.</p> <p>De estas especies, se registraron en el área de desplante de los arrecifes artificiales, dos ejemplares de corales blandos, uno de <i>Plexaurella homomalla</i> y otro de <i>Plexaurella dichotoma</i>, de ahí que se hayan clasificado como raras de acuerdo a su densidad.</p> <p>Mientras que los corales duros como <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i> se registraron en la rompiente arrecifal del área de influencia indirecta, por lo que no se generarán impactos directos sobre dicha área.</p> <p>El proyecto solo se desplantará en zonas de laja con macroalgas, laja con sedimentos y en arenal somero. En la zona norte de la laja con macroalgas se registraron dos ejemplares aislados de gorgonáceos, uno de <i>Plexaurella homomalla</i> y otro de <i>Plexaurella dichotoma</i>, los cuales serán rescatados previo al inicio de actividades, por lo que no espera afectar estos ejemplares.</p>
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	No se tiene prevista la instalación de campamentos de construcción en el proyecto. Sin embargo, se prevé que los trabajadores cuenten con agua potable y sanitarios, estos últimos en una proporción de 1 por cada 25 trabajadores.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	<p>La citada norma establece las especificaciones técnicas de los métodos de uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, y establece las especificaciones para el combate de incendios. Es de observancia para los propietarios de terrenos forestales que hagan uso de fuego en estos terrenos y regula las actividades de prevención, detección y combate de incendios forestales.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, en el proyecto no se tiene previsto utilizar fuego y no se utilizarán áreas con vegetación, por lo que no le es aplicable este criterio.</p>
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.	<p>En el proyecto solo se pretende utilizar la franja costera marina del predio El Pirata, donde se encuentra en operación el hotel Grand Velas y Casa Velas. En esta zona se propone llevar a cabo la rehabilitación de la playa mediante actividades de instalación de arrecifes artificiales, la modificación de protecciones existentes y actividades de extracción de arena de un banco y el relleno de la playa, por lo que se trata de un proyecto de recuperación de playa, que tiene el fin de mejorar las condiciones de la duna y del manglar.</p> <p>En la zona terrestre solo se ocupará la parte de playa arenosa para su relleno, por lo que no implica desmonte ni actividades de cambio de uso de suelo, por lo que no le aplica este criterio.</p>
CG-19	Para la apertura de caminos 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.	En el proyecto no se contempla la apertura de caminos de acceso y vialidades. Tampoco se contempla ocupar áreas con vegetación forestal, por lo que no es aplicable este criterio.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
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.	En el proyecto no se contempla la construcción de viviendas o unidades de hospedaje o similares, por lo que no le aplica este criterio.
CG-21	<p>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.</p> <p>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 cada etapa.</p> <p>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.</p>	<p>En el proyecto se prevé que se genere un volumen muy bajo y de manera fortuita de residuos peligrosos. Estos se pueden generar en caso de que ocurra un derrame accidental de sustancias peligrosas proveniente de la maquinaria durante el acomodo de la arena. Sin embargo, en caso de que ocurra se atenderá inmediatamente mediante el empleo de cubetas y cubierta plástica.</p> <p>Los residuos peligrosos que se generen serán trasladados al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, quien los entregará a una empresa autorizada en su manejo.</p> <p>Cabe señalar que la maquinaria que se utilizará recibirá mantenimiento preventivo para evitar que ocurran estos derrames fortuitos.</p> <p>Por otra parte, en la zona marina, no es probable que ocurran derrames de hidrocarburos durante el uso de embarcaciones y la draga, ya que estas recibirán el mantenimiento necesario, para evitar cualquier tipo de incidente.</p> <p>Sin embargo, se contará con el equipo necesario para contención de manera precautoria y se seguirán los pasos indicados en las páginas 104 y 105 del Capítulo 2.</p> <p>En caso de generar residuos peligrosos derivados de la contención de un derrame, estos se trasladarán al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, quien los entregará a una empresa autorizada en su manejo.</p>
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría	En ninguna de las etapas del proyecto se hará uso de explosivos.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	
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.	<p>En caso de generar residuos peligrosos, estos serán trasladados al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, que los entregará a una empresa autorizada en su manejo.</p> <p>En el Programa de Manejo de Residuos anexo, se establecen los procedimientos que se llevarán a cabo para el manejo adecuado de los residuos que se generen durante la construcción del proyecto.</p>
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.	<p>De acuerdo con lo señalado en este criterio, el predio del hotel Grand Velas se encuentra en la zona costera del Municipio de Solidaridad, dado que el predio está delimitado al Este por la Zona Federal Marítimo Terrestre y al Oeste con la Carretera Federal 307.</p> <p>Para este proyecto solo se pretende utilizar la franja costera del predio, que comprende la playa arenosa y la zona marina.</p>
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,	<p>En el proyecto solo se pretende utilizar la franja costera marina del predio El Pirata, donde se encuentra en operación el hotel Grand Velas y Casa Velas. En esta zona se propone llevar a cabo la rehabilitación de la playa mediante actividades de instalación de arrecifes artificiales, la modificación de protecciones existentes y actividades de extracción de arena de un banco y el relleno de la playa.</p> <p>Derivado de lo anterior, solo se utilizará en la parte terrestre la playa arenosa que queda fuera de los límites del predio y que no posee vegetación, solo algunas palmas de coco dispersas. El proyecto</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	<p>áreas públicas, albercas y áreas verdes.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores 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.</p> <p>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 previa a la etapa de operación del proyecto.</p> <p>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</p>	<p>solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa.</p> <p>En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13%) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero, para el desplante de los arrecifes artificiales y de las protecciones modificadas.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, solo se utilizarán dichas superficies. El área de influencia indirecta y el sistema ambiental regional no serán afectados directamente por el proyecto y se mantendrán en las mismas condiciones.</p> <p>El área que se ocupará no posee áreas previamente desmontadas. Sin embargo, se contemplan acciones de enriquecimiento de la duna restaurada con plantas nativas propias de matorral costero, con el fin de mejorar sus condiciones.</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	En el predio no se encontraron ruinas o cuerpos de agua con vestigios arqueológicos.
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.	En el proyecto no se pretenden realizar obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público.
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 éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	En relación al cumplimiento de este criterio, cabe señalar que los ejemplares que se utilizarán para el enriquecimiento de la duna restaurada serán obtenidos del vivero con el que cuenta el hotel.
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.	El proyecto no contempla la construcción de edificaciones, por lo que no le aplica este criterio.
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	Como se mencionó previamente, en el proyecto no se contará campamento de construcción dentro del predio, sin embargo, con el fin de que se promueva el respeto y protección de la flora y la fauna, se capacitará al personal conforme

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	a lo señalado en el Programa de Difusión Ambiental que se anexa al presente (Anexo Técnico 7).
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.	El proyecto no contempla la construcción de edificaciones, por lo que no le aplica este criterio.
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.	<p>El predio “El Pirata” donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas posee vegetación de manglar mixto con tres especies como son <i>Rhizophora mangle</i>, <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Conocarpus erectus</i> y posee manglar rojo (<i>Rhizophora mangle</i>) chaparro.</p> <p>El predio posee una superficie de 265,985.00 m² de manglar mixto y 69,840.00 m² de manglar rojo chaparro. Adicionalmente se restauró una superficie de 24,447.00 m² de vegetación de manglar mixto. Estas áreas con manglar se conservarán en su totalidad sin sufrir afectación alguna, dado que forman parte de las áreas de conservación del Hotel Grand Velas y Casa Velas.</p> <p>Las obras contempladas en este proyecto solo se desplantarán en la porción de la playa arenosa del ecosistema terrestre y en el ecosistema marino, por lo que no se realizará ningún tipo de actividades en el manglar. Las obras del proyecto no interferirán en el flujo hidrológico hacia el mar ni viceversa, de ahí que no se afectará la integralidad del ecosistema, ni de su zona de influencia.</p> <p>En este sentido, el proyecto propuesto se ajusta a las especificaciones del Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre en cuanto a que no se realizará remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		influencia; y de la capacidad de carga natural del ecosistema.
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.	En el proyecto no se contemplan este tipo de actividades, por lo que no le es aplicable este criterio.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	<p>Para dar cumplimiento a este criterio durante todas las etapas del proyecto se prevé realizar un manejo adecuado de las aguas residuales que se generen, por lo que no se dispondrán en cenotes ni en cuevas.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción del sitio se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán mantenimiento por la empresa contratada para tal fin.</p> <p>Si resultado del monitoreo en la etapa de operación se requiere realizar las actividades de extracción de arena, bombeo y relleno de arena en la etapa operativa, los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a través de la red de drenaje interna a su planta de tratamiento.</p>
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.	Con el fin de dar cumplimiento a este criterio y al artículo 38 de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo, se elaboró el Programa de Manejo de Residuos anexo a la presente, en el que se describirán los procedimientos para manejar adecuadamente los residuos que se generen en cada una de las etapas 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.	El proyecto de interés se trata de una propuesta de rehabilitación de la playa, por lo que no le es aplicable este criterio.

Cuadro 3. Criterios específicos para el uso turístico

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales		
CE-06	Se deberá realizar la reutilización del agua tratada para el riego de áreas verdes y áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	<p>Durante todas las etapas del proyecto se tendrá un manejo adecuado de las aguas residuales, ya que durante su construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores.</p> <p>Mientras que en la etapa operativa se utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, los cuales están conectadas a la red interna de drenaje que conduce las aguas residuales a una planta de tratamiento, cuyo efluente cumple con la normatividad ambiental.</p>
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas y secas, cavernas y rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	En el área que se pretende utilizar no se registraron cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas, por lo que estos criterios no son aplicables al proyecto.
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas y lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas y chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	
CE-13	La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto, La densidad no es acumulable por	El proyecto no contempla la construcción de hoteles, cabañas o viviendas, por lo que no le aplica este criterio.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	usos de suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción le aplicará la densidad que corresponde a cada UGA. En el caso que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce el entero inferior, desde 0.51 en adelante se incrementa el entero superior.	
CE-14	<p>En predios donde existan total o parcialmente, comunidades de manglar, se deberá implementar un Programa de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal, que contenga estrategias o acciones tendientes a la conservación, restauración o rehabilitación de dicho ecosistema y deberá desarrollarse en concordancia con la normatividad aplicable. El programa habrá de contener como mínimo un estudio de línea base del humedal, la delimitación georreferenciada del manglar, en su caso, las estrategias de conservación a aplicar, en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro, en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación.</p> <p>El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p>	<p>El proyecto solo se establecerá en la franja costera marina del Hotel Grand Velas. En la zona terrestre solo se utilizará la sección de playa arenosa.</p> <p>Dentro del predio donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas se desarrollan franjas con manglar mixto y manglar chaparro.</p> <p>Una superficie del manglar fue restaurada de acuerdo con el Programa de Restauración del Manglar del proyecto Hotel Velas y Casa Velas, que fue presentado a la DGIRA y que se ejecutó en cumplimiento de la Condicionante 4 del oficio resolutorio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2047/07 de fecha 28 de agosto de 2007.</p> <p>En los Informes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes del Hotel Grand Velas y Casa Velas se informa acerca de las condiciones del manglar y de las medidas que se han implementado para su conservación. El último informe fue presentado a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el día 19 de octubre de 2017.</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	<p>El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022 SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.</p>	
CE-15	<p>Se consideran como equivalentes:</p> <p>1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato. 1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras. 1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera. 1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas ecoturísticas. 1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel.</p> <p>Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero.</p> <p>Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 L/día.</p>	<p>En el proyecto no se contempla la construcción de hoteles o viviendas, por lo que estos criterios no le aplican.</p>
CE-19	<p>La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.</p>	
CE-21	<p>La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la</p>	<p>El proyecto no contempla la construcción de un fraccionamiento habitacional, por lo que no le aplica este criterio.</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.	
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	<p>El proyecto solo se desplantará en la franja costera marina del Hotel Grand Velas. Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas.</p> <p>El proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa. En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13%) de laja con sedimento y 2,774.42m² (12.50 %) de arenal somero.</p> <p>La superficie que se ocupará representa el 2.41 % del área de influencia indirecta y el 0.07% del SAR.</p>
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.	La zona litoral que corresponde al frente del predio del proyecto no cuenta con zonas rocosas.
CE-38	El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10% del consumo proyectado el desarrollo.	Para las actividades del proyecto solo que se requiere el uso de energía eléctrica para el funcionamiento del rotomartillo, que se empleará únicamente para la demolición de los bolsacretos de la segunda cama de las protecciones existentes.
Lineamientos para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo		
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación.	Por el tipo de proyecto, durante la etapa de operación sólo se realizarán actividades de monitoreo en algunos días de manera periódica, por lo que los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel que están conectados a la red de

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	drenaje interna del hotel, que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento existente. Asimismo, en caso de que se requiera se llevarán a cabo actividades de extracción y bombeo de arena y el relleno de playa en la etapa operativa. Sin embargo, estas actividades se llevarán a cabo de manera periódica y dependerá de los eventos que ocurran en la zona. Durante estas actividades también los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	El hotel Grand Velas y Casa Velas cuenta con la autorización para llevar a cabo la operación de la planta de tratamiento, cuyo efluente cumple con la normatividad aplicable. Los lodos generados son entregados a empresas autorizadas en su manejo. Se retoma este aspecto para el proyecto que se propone, ya que se pretende ocupar los sanitarios con los que ya cuenta el hotel, los cuales están conectados a la red interna de drenaje, que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento.
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	El proyecto cuenta con un Programa de Manejo de Residuos en el que se establecen medidas tendientes a evitar y en su caso atender contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	Durante las actividades del proyecto se contempla la extracción de arena de un banco marino, su bombeo y acomodo en la zona de playa, por lo que podría ocurrir la dispersión de sedimentos, sin embargo, se contempla la colocación de mallas geotextiles en las áreas específicas que pudieran ocurrir estos, para retener los sedimentos que salgan.



Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	En el área que se utilizará no se registraron cenotes ni lagunas interiores.
CE-59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.	En el proyecto no se pretende realizar estas actividades, por lo que no le son aplicables estos criterios.
CE-62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría	

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas	
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	El proyecto no contempla la construcción o dragado de canales, por lo que no le aplica este criterio.
CE-68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el Municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del Municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	En el proyecto solo se contempla el uso de maquinaria para el acomodo de la arena, y de embarcaciones menores en la zona marina. Se vigilará que se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento para apegarse a la norma de ruido.
CE-69	Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	El proyecto no se contempla el uso de motocicletas, triciclos o cuatrimotos.
CE-70	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la	El proyecto no empleará plantas de premezclado durante su etapa de construcción.



Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	manifestación de impacto ambiental de la planta	
CE-71	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	En el proyecto se podrían generar polvos durante el acomodo de arena, sin embargo, esta se mantendrá húmeda.
CE-72	Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos y/o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.	No se contempla el uso de maquinaria con silos, por lo que no es aplicable este criterio.
CE-73	En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.	No se contempla la carga ni transporte de materiales pétreos.
CE-75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	
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	Con la finalidad de proteger posibles áreas de anidación de las tortugas marinas y a las hembras que se acerquen a la costa en la temporada de desove, se realizará lo siguiente: ✓ Se realizarán actividades de enriquecimiento de la duna restaurada

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	<p>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.</p>	<p>empleando especies propias del ecosistema de duna costera. Lo que ayudará a estabilizar la duna, brindando protección y puntos de referencia a las tortugas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En el frente de playa se permitirá la colonización de vegetación de forma natural. ✓ La maquinaria y equipo, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ La arena de reemplazo será similar (tamaño de grano, contenido de materia orgánica) a la arena de la playa original, a fin de mantener las condiciones de la playa aptas para la incubación de huevos de tortuga marina. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Se mantendrán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas. ✓ En caso de que se detecten anidaciones de tortugas marinas, se avisará al personal del municipio, que se encargará de proteger los nidos.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se proyecta construir los arrecifes artificiales continuando la misma línea del arrecife natural y las construcciones tendrán separaciones de 25.0 m, por lo que no representarán impedimento para el libre paso de tortugas. ✓ Por otro lado las estructuras servirán como resguardo para tortugas jóvenes y adultas.
CE-80	<p>Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.</p>	<p>En la zona que se utilizará, no se registraron cenotes o accesos a cavernas, por lo que el criterio no le es aplicable.</p>
CE-81	<p>Las cercas, bardas y/o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.</p>	<p>El proyecto no construirá bardas o muros perimetrales, por lo que la fauna pueda transitar libremente por la playa.</p>
CE-83	<p>Las vialidades del desarrollo contarán con medidas de protección y sistemas que faciliten el libre tránsito de fauna en las zonas de conservación y áreas naturales.</p>	<p>No se contempla la construcción de vialidades, por lo que este criterio no aplica al proyecto.</p>
CE-84	<p>En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.</p>	<p>En la porción terrestre sólo se pretende ocupar la playa arenosa, donde solo se registraron algunas aves, que se desplazan fácilmente ante la presencia humana.</p> <p>En tanto que en las áreas de aprovechamiento de la zona marina (correspondientes a las áreas de relleno de playa, de la modificación de la protecciones y de los arrecifes artificiales, así como en el banco donde se extraerá la arena), se realizarán recorridos para rescatar a los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como erizos, corales, y esponjas. Estos serán trasladarlos a las zonas sin</p>

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		<p>aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p> <p>Las actividades de rescate de los organismos de fauna marina se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina que se anexa al presente (Anexo Técnico 4).</p> <p>De acuerdo con lo anterior, no es necesario establecer sitios de albergue temporal de fauna rescatada.</p>
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En la porción terrestre del proyecto solo se utilizará la playa arenosa, donde solo se registraron algunos ejemplares de palmas de coco que serán rescatadas de manera previa al inicio de actividades, por lo que no se afectará ningún área con vegetación. Al final de la construcción, estas palmeras serán reubicadas en la zona de playa.
CE-87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto, aseguren la contigüidad del ecosistema de selva y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	El proyecto consiste en un programa de rehabilitación de la zona costera, que incluye la construcción de arrecifes artificiales, modificación de protecciones existentes, extracción de arena y relleno de playa en el área marina y zona federal adyacente, por lo que tiene el fin de recuperación de la playa y no se pretenden ocupar superficies con vegetación.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas,	El proyecto no considera el uso de cuadrúpedos para actividades recreativas.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	
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.	En el proyecto no se contempla el uso de vehículos motorizados.
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 y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	<p>El proyecto que se propone no implica obras e instalaciones de tipo edificaciones, sino solamente el relleno de playa en la parte terrestre, e instalación de arrecifes artificiales en la zona marina.</p> <p>De ahí que las actividades que se proponen se encuentra fuera de los límites del predio "El Pirata", en la zona de playa que cuenta escasa vegetación, misma que se reubicará. Previendo que al final del proyecto la playa tenga un ancho de 25 m sujeto a los cambios por su estabilización natural.</p> <p>Además se conservará la totalidad de la vegetación de duna restaurada existente, la cual será enriquecida con especies propias de duna costera, con el fin de mejorar sus condiciones.</p>
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	En el área que se utilizará no se registraron especies exóticas o invasoras, por lo que no le aplica este criterio.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	En las áreas de aprovechamiento que se proponen no hay manglar por lo que este criterio no le aplica.
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	El proyecto no considera la construcción de embarcaderos y muelles.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente		
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En el área que se utilizará no hay cenotes o accesos cuevas, por lo que el presente criterio no es aplicable.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complementen y/o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto	En el Anexo Técnico 7 de la presente MIA-R se incluye el Programa de Difusión Ambiental, en el que se incluyen actividades de concientización para protección y conservación de los ecosistemas marinos y terrestres.
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50% de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	En el proyecto no se contempla la construcción de edificaciones, por lo que este criterio no aplica.
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	Como parte de las actividades del proyecto se realizará el enriquecimiento de las áreas que presenten menos vegetación de la duna costera artificial que fue restaurada por el hotel Gran Velas, utilizando especies nativas propias de este ecosistema, tal y como se ha realizado hasta la fecha.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	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.	
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 proyecto no implica aprovechamiento de la duna restaurada, solamente se reforestarán aquellas zonas de vegetación que requieran remplazo por muerte o daño mecánico.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El proyecto no contempla la conformación de andadores de acceso a la playa.
CE-106	Los andadores 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 elevados que respeten el relieve natural de la duna.	
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	<p>El proyecto no implica infraestructura que se pueda afectar por la inundación.</p> <p>En los estudios técnicos se consideraron todos los parámetros que pudieran afectar el nivel de desplante de las obras propuestas, especialmente en la pendiente del relleno de playa.</p>



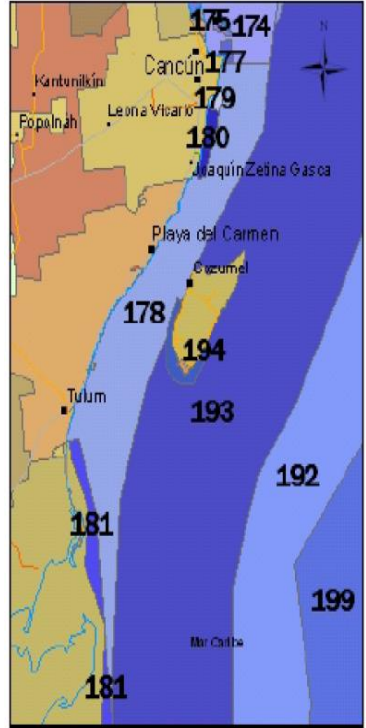
Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El proyecto no comprende la construcción de canales interiores, por lo que este criterio no le aplica.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	El proyecto no contempla la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares, por lo que este criterio no le aplica.

2.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo de México y Mar Caribe.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de Noviembre de 2012) el área marina que se utilizará para el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 178 (Figura 4), cuyas características se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Características UGA 178.

Tipo de UGA	Marina
Nombre:	
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 de 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.



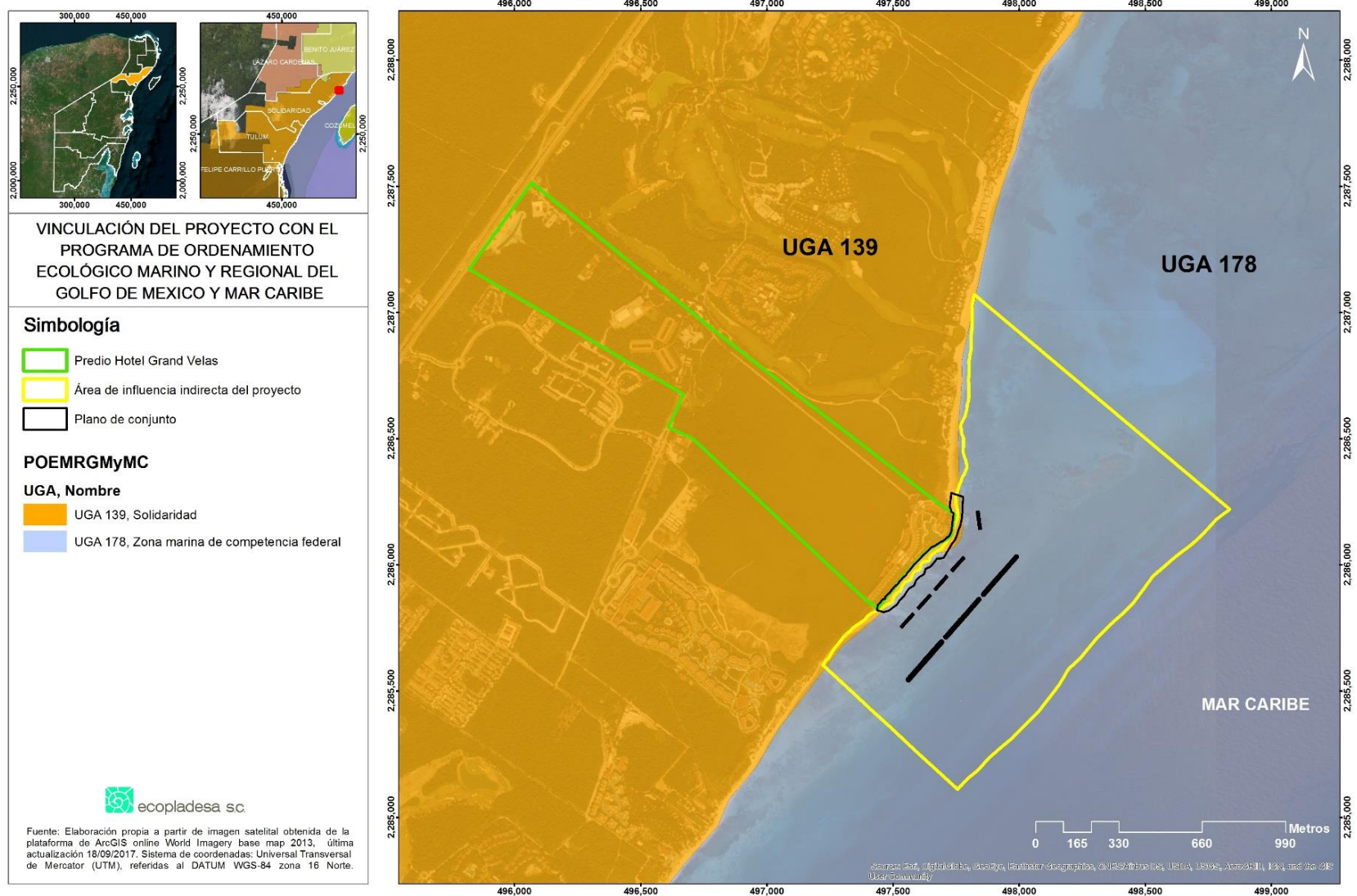


Figura 4. Ubicación del área del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (2012).

A la UGA 178 le son aplicables los criterios específicos que se indican a continuación:

Cuadro 5. Acciones y criterios aplicables a la UGA 178.

Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad	Acción	Prioridad
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		

A continuación se realiza la vinculación del proyecto con los criterios generales y específicos en relación con el proyecto.

Cuadro 6. Criterios generales.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
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.	Durante las obras que se proponen se utilizará eficientemente el agua.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Este criterio no le aplica al proyecto.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto solo implica infraestructura para la rehabilitación de la playa, por lo que no se creará una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las	El proyecto no implica actividades extractivas de flora y fauna.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	<p>Se contempla actividades de reubicación de ejemplares de fauna acuáticos que se registren en las áreas de desplante de los arrecifes, y en el caso de encontrar algún ejemplar de especies protegidas se reforzará la vigilancia para su ejecución de manera adecuada. Estos ejemplares serán reubicados en ambientes similares de la zona de influencia o SAR donde puedan adaptarse.</p> <p>Se contemplan actividades de enriquecimiento de la duna restaurada, en las cuales se emplearán especies nativas propias del ecosistema de duna costera, las cuales provendrán del vivero con el que cuenta el hotel.</p>
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no implica la creación de bancos de germoplasma, solo se prevé realizar el rescate de las palmas de coco que se registraron en la playa, las cuales se trasladarán al vivero del hotel donde recibirán los cuidados necesarios. Y los ejemplares rescatados de la zona marina serán reubicados de manera inmediata a otro ambiente similar de la zona de influencia o SAR.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las actividades proyectadas durante la construcción implican la emisión puntual en tiempo y espacio de polvos y gases provenientes de la maquinaria y las embarcaciones, sin embargo, estos serán fácilmente dispersados por el viento, por lo que no se prevé un aumento en los gases de efecto invernadero a causa del mismo.
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.	Este criterio no le es aplicable al proyecto.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En el proyecto no se pretende utilizar organismos genéticamente modificados por lo que no le aplica este criterio.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto consiste en la rehabilitación de la playa del frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas, en beneficio del ecosistema y con el fin de que este

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>propvea mayores beneficios ambientales, no implica la construcción de infraestructura ni de comunicaciones terrestres.</p> <p>En la porción terrestre se realizará el relleno de playa en la playa existente para tratar de recuperar su estado previo y dar continuidad a dicho ambiente en el SAR, por lo que no se afectará la duna restaurada, ni se fragmentará el hábitat. La superficie que se ocupará en la zona terrestre representa el 0.047 % del SAR terrestre.</p> <p>En la zona marina, se modificarán las protecciones existentes, se construirán los arrecifes artificiales y se realizará la extracción de arena por bombeo para relleno de playa sobre áreas de laja con macroalgas y de sedimentos y en el arenal somero. La superficie que se ocupará en la zona marina representa el 0.09 % del SAR marino.</p> <p>La instalación de los arrecifes artificiales, modificación de los existentes y extracción de arena, no fragmentarán el ecosistema marino, ni constituirán barreras para el movimiento de los organismos que habitan este ecosistema.</p>
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	<p>Las actividades proyectadas implican la construcción de infraestructura para rehabilitar la zona de playa que se ha estado erosionando, por lo que con ello se pretende reducir la energía del oleaje y mantener una playa más estable.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, se rehabilitarán áreas ya afectadas y no se perturbarán las áreas naturales.</p>
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	<p>Como se mencionó, con el proyecto se pretende reducir la erosión que ocurre de manera global en el SAR, y en particular de manera fuerte frente a la playa del hotel Grand Velas y Casa Velas, mediante la colocación de infraestructura de protección costera,</p>



Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		que representa una medida de mitigación al impacto de erosión y de adaptación al cambio climático, por lo que se dará cumplimiento a este criterio.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no implica la construcción de un parque industrial por lo que no le es aplicable este criterio.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	En las actividades de enriquecimiento de la duna restaurada se emplearán especies nativas propias del ecosistema de duna costera, por lo que no se introducirán especies invasoras dando cumplimiento a este criterio.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto no se ubica en los márgenes de un río, por lo que no le son aplicables estos criterios.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no se ubica en una ladera y no llevará a cabo actividades agrícolas, por lo que no le son aplicables estos criterios.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide los 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.	El proyecto no se ubica en los márgenes de un cauce natural, por lo que no le aplica este criterio.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	Este criterio le corresponde aplicar a las autoridades encargadas de elaborar los programas de ordenamiento y programas de desarrollo urbano locales.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El área que se utilizará para el proyecto no se ubica cerca de un río, dado que corresponde a la franja costera marina del hotel Grand Velas ubicada en el Mar Caribe.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	En el proyecto no se pretende realizar actividades de producción o extracción.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No se utilizarán tecnologías de producción, por lo que este criterio no es aplicable.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En el proyecto se establecerán medidas para el manejo adecuado de los

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
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.	<p>residuos con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva.</p> <p>Las obras que se proponen incluyen acciones de enriquecimiento de la duna restaurada, lo que contribuirá a aumentar su cobertura vegetal, y con ello la absorción de carbono.</p> <p>En los arrecifes artificiales que se proponen serán trasplantados corales y con el tiempo serán colonizados por plantas y otros animales acuáticos, los cuales en conjunto aumentarán la absorción de carbono, contribuyendo a la adaptación de los efectos del cambio climático.</p> <p>Cabe señalar que la comunidad biológica descrita en el SAR de peces, corales, plantas, y otros organismos están haciendo la función de absorción de carbono. Asimismo en el SAR las colonias de corales no presentaron problemas de blanqueamiento, de ahí que se puede considera que las presentes están contribuyendo a mitigar este efecto.</p>
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En las actividades de enriquecimiento de la duna restaurada se emplearán especies nativas propias del hábitat costero.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	<p>Se propone rehabilitar la playa frente al predio del hotel que ha sido afectada por los procesos erosivos que se dan en la zona, con lo que se mejorará sus condiciones, y se preservarán los ecosistemas de duna y manglar, dando cumplimiento a este criterio.</p> <p>Los arrecifes artificiales que se proponen con el trasplante de corales, se conectarán con los autorizados para el proyecto Mayacobá, y este a su vez se conecta con el parche de rompiente arrecifal que se ubica frente a dicho hotel, para semejar la protección natural del arrecife. De ahí que también se estaría promoviendo la conectividad ambiental.</p>

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	En el proyecto se prevé el uso de combustibles fósiles, sin embargo, se hará el uso eficiente de los mismos y se llevarán a cabo las medidas de prevención necesarias para evitar impactos por su uso.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Para el proyecto solo se empleará energía para el funcionamiento del rotomartillo, lo cual será mínimo.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Se promoverá el uso de combustibles de mejor calidad que emitan menos contaminantes.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En el proyecto no es posible realizar esta actividad, por lo que no le aplica al proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Para el proyecto solo se empleará energía para el funcionamiento del rotomartillo, lo cual será mínimo.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El proyecto no contempla viviendas ni edificaciones.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto consiste en un programa de rehabilitación de playa, por lo que no le aplica este criterio.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no cuenta con instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no contempla la producción de cultivos, por lo que no le es aplicable este criterio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no considera evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto se apega a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y a este instrumento.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Las obras propuestas no contemplan actividades industriales.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Este criterio está dirigido a las autoridades locales encargadas de la elaboración de los programas de

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		desarrollo urbano, por lo que no le aplica al proyecto.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El proyecto no corresponde a una industria, por lo que no le aplica este criterio.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto considera dentro de sus medidas el rescate y protección de la flora y fauna del área donde se instalarán los arrecifes artificiales. Mejorará las condiciones de la playa para anidación de tortugas marinas y los arrecifes artificiales no representarán un obstáculo para su arribo.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no considera realizar la comercialización de especies pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Esta actividad no le corresponde a la promotora.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto no contempla caminos de acceso, dado que se utilizarán los que ya existen en el hotel Grand Velas y Casa Velas.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No se contempla alguna actividad productiva.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	De manera previa a un desastre natural se seguirán las medidas que indiquen Protección Civil y el municipio.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	<p>Durante las actividades del proyecto se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y se contará con el equipo para atender cualquier emergencia.</p> <p>En caso de un desastre natural se seguirán las medidas que indiquen Protección Civil y el municipio.</p>
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto no contempla la construcción de edificios o casas, por lo que no le aplica este criterio.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante las actividades proyectadas se realizarán pláticas acerca del manejo adecuado de los residuos.



Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Durante las actividades que se proponen se generará un volumen bajo de residuos, los cuales serán separados y los que sean susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas dedicadas a esta actividad o se entregarán al municipio.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto no incluye planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que este criterio no le aplica.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
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.	En el proyecto no se llevarán a cabo actividades de remoción de vegetación forestal, por lo que no le aplica este criterio.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Los estudios sobre los problemas de salud relacionados con el cambio climático corresponden a la Secretaría de Salud, o en su caso a las dependencias de gobierno.
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.	En el proyecto se contempla realizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos, conforme a lo establecido en la legislación ambiental vigente.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El área marina donde se instalarán los arrecifes artificiales se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual fue decretada como ANP el día 7 de diciembre de 2016. Los arrecifes artificiales quedan dentro de la zona de amortiguamiento, donde se permiten estas estructuras de acuerdo con el decreto, como se describe posteriormente.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el	Las obras en la zona marina se desplantarán sobre laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero,

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	donde hay baja cubierta vegetal. El área que se utilizará representa el 0.09 % del SAR marino, lo cual se considera mínimo.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Los arrecifes artificiales se construirán de cubos ranurados, que serán fabricados de concreto hidráulico armado con aditivos especiales que previenen la corrosión por cloruros marinos y con la resistencia de acuerdo al diseño para asegurar la calidad y durabilidad de los mismos. Los materiales con los que se construirán los arrecifes artificiales no liberan sustancias tóxicas al ambiente.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	En el proyecto no se realizarán actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas está a cargo de las autoridades locales o el gobierno estatal, por lo que no le aplica este criterio al proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	En el proyecto no se contempla la construcción de caminos o carreteras, por lo que no le es aplicable este criterio.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El área marina donde se instalarán los arrecifes artificiales se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual fue decretada como ANP el día 7 de diciembre de 2016. De acuerdo con este criterio la SEMARNAT solicitará la opinión de la CONANP en relación con las obras.

Cuadro 7. Criterios y acciones específicas para la UGA 178.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	La promotora pretende realizar acciones relacionadas con la restauración del ecosistema costero promoviendo la conservación de los recursos naturales de la zona.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras	En el proyecto no se pretende realizar la introducción de especies potencialmente invasoras y no se

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	llevarán a cabo actividades marítimas, por lo que este criterio no le aplica.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto en el largo plazo, al evitar la fragmentación de los ecosistemas del sistema ambiental Punta Xcalacoco- Punta Maroma podrá coadyuvar en el establecimiento de corredores biológicos entre la zona del sistema ambiental y las ANP's cercanas a esta zona.
A-018	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).	<p>En el proyecto se pretende realizar el rescate de las especies de flora y fauna que se detecten de manera previa al inicio de actividades.</p> <p>De la misma forma, durante las actividades propuestas se protegerán las especies de flora y fauna mediante la aplicación de las medidas necesarias para evitar afectaciones sobre los organismos.</p>
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La zona marina de interés no está afectada por hidrocarburos, por lo que no le aplica este criterio.
A-025	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.	En el proyecto se espera generar un volumen muy bajo de residuos peligrosos, los cuales serán trasladados al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, que los entregará a la empresa autorizada en su manejo, por lo que se realizará un manejo adecuado de los residuos peligrosos, evitando con ello la contaminación del suelo y del agua.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	<p>La zona de playa del proyecto ha sido muy afectada, por lo que de acuerdo a las condiciones que presentan se requiere una propuesta integral para su rehabilitación.</p> <p>Las obras y actividades que se proponen responden a esta necesidad de realizar un programa de rehabilitación de la playa, que tiene como objetivo recuperar y mantener estable la playa y proteger los ecosistemas de duna y manglar,</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>mediante la colocación de infraestructura costera de protección.</p> <p>Se plantea construir 3 arrecifes artificiales que ayudarán a disipar la energía de la ola, los ejes de dichos arrecifes artificiales fueron trazados de forma que generen una línea continua con el arrecife natural que se frente a Punta Bete y con base en los estudios y modelajes realizados.</p> <p>Los arrecifes tendrán 200.0 m de longitud para lograr los objetivos de recuperación de playa y servicios ambientales de forma relativamente rápida pero sin implicar un alto costo ambiental ni económico.</p> <p>La construcción de los Arrecifes artificiales A1, A2 y A3 no generarán erosión a los lotes vecinos del Hotel Grand Velas debido a que los arrecifes artificiales que se pretende construir son paralelos a la línea de costa y en ningún momento se interrumpe el flujo a lo largo de la playa, por el contrario los lotes vecinos se verán beneficiados al contar con la protección parcial de los arrecifes artificiales A1, A2 y A3.</p> <p>La playa resultante será muy dinámica y puede estar sujeta a periodos de pérdida y recuperación a lo largo del año. Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales.</p> <p>Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, por lo que el movimiento de agua a los costados de los arrecifes será suficiente para que haya un</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Para el proyecto solo se empleará energía para el funcionamiento del rotomartillo, lo cual será mínimo En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades de pesca extractiva, por lo que estos criterios no le aplican.
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de	
		En el proyecto se utilizarán embarcaciones durante todas las actividades, en las que los residuos que se generen se dispondrán en los contenedores específicos para ello en el Puerto de Calica o en el Hotel Grand Velas.
		Estas actividades les corresponden a las autoridades competentes, por lo que no le aplican al proyecto.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El proyecto que se está promoviendo tiene como objetivo rehabilitar la playa, con el fin de mejorar sus condiciones, por lo que se llevarán a cabo acciones enfocadas a la protección y conservación de los recursos.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto no implica obras de infraestructura portuaria, por lo que estos criterios no le aplican.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	

A la UGA 178 también le son aplicables los criterios establecidos para la Zona Costera inmediata del Mar Caribe, a continuación se presenta la vinculación del proyecto con los criterios.

Cuadro 8. Criterios Zona Costera inmediata del Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Propuesta de cumplimiento
ZMC-01	<p>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.</p>	<p>En el SAR definido para el proyecto las comunidades arrecifales se identificaron en las secciones III y IV de la zonificación resultado de la caracterización marina. En la Sección I y II están ausentes varios ambientes y la zona propia del arrecife se diagnosticó incipiente y poco compleja por presentarse en parches aislados.</p> <p>En el proyecto se contempla construir tres arrecifes artificiales que se desplantarán sobre laja con macroalgas y laja con sedimentos, de los cuales el ubicado en el extremo norte denominado A1, queda separado por una distancia de 250 m del único parche de rompiente arrecifal que se identificó en el área de influencia indirecta del proyecto, y que está ubicado frente al predio de Mayakoba.</p> <p>Entre el arrecife A1 que propone Grand Velas y el parche indicado de rompiente arrecifal, ya está proyectado a instalarse el arrecife A, autorizado para el proyecto de Mayakoba.</p> <p>Todos los arrecifes proyectados a instalarse están diseñados a colocarse de manera alineada con el parche de rompiente arrecifal del área de influencia indirecta del proyecto. De esta manera se imita el efecto de protección que tiene dicha estructura natural.</p> <p>Este parche de rompiente arrecifal representa una mínima porción de la comunidad arrecifal que se identificó en el SAR y presenta una zonificación incipiente y poco compleja, comparado con las identificadas en las secciones III y IV del SAR. De tal forma que al instalar el arrecife A1 de Grand Velas a 250 m de dicho parche y con la implementación de las medidas necesarias, se evitarán afectaciones directas o indirectas hacia él.</p> <p>El peso y forma de los arrecifes artificiales garantiza que no se moverán por el efecto del oleaje y las corrientes, de tal forma que</p>

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Propuesta de cumplimiento
		<p>no podrán afectar otras áreas ni a otros ambientes dentro de la zona de influencia indirecta del proyecto ni del SAR.</p> <p>También se realizará la modificación de las protecciones existentes, las cuales quedarán sobre laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero, y quedan ubicadas a 304 m del parche de rompiente arrecifal del área de influencia indirecta del proyecto.</p> <p>Asimismo, las actividades de extracción de arena se llevarán a cabo con una draga que extraerá la arena de un banco marino en las zonas del canal de arena y arenal somero, y donde no hay comunidad arrecifal cercana. La más próxima corresponde a un parche pequeño de estructura coralina a una distancia de 821 m respecto de la pluma de dispersión máxima estimada del punto de succión de la arena. Sin embargo, la malla antidispersión se colocará lo más próximo al punto de succión para que no llegue al perímetro máximo estimado de esta.</p> <p>Posteriormente la draga navegará por la zona del cantil donde se alcanzan profundidades de 24 a 32 m, llegando a la zona de maniobras donde se conectará con la tubería flotante, que bombeará la arena a la playa. De acuerdo con lo anterior, la ruta de transporte de la draga no pasa sobre zonas arrecifales y la tubería que se utilizará para el bombeo de arena será flotante y tampoco queda sobre zonas arrecifales, por lo que no se afectarán dichas zonas.</p>

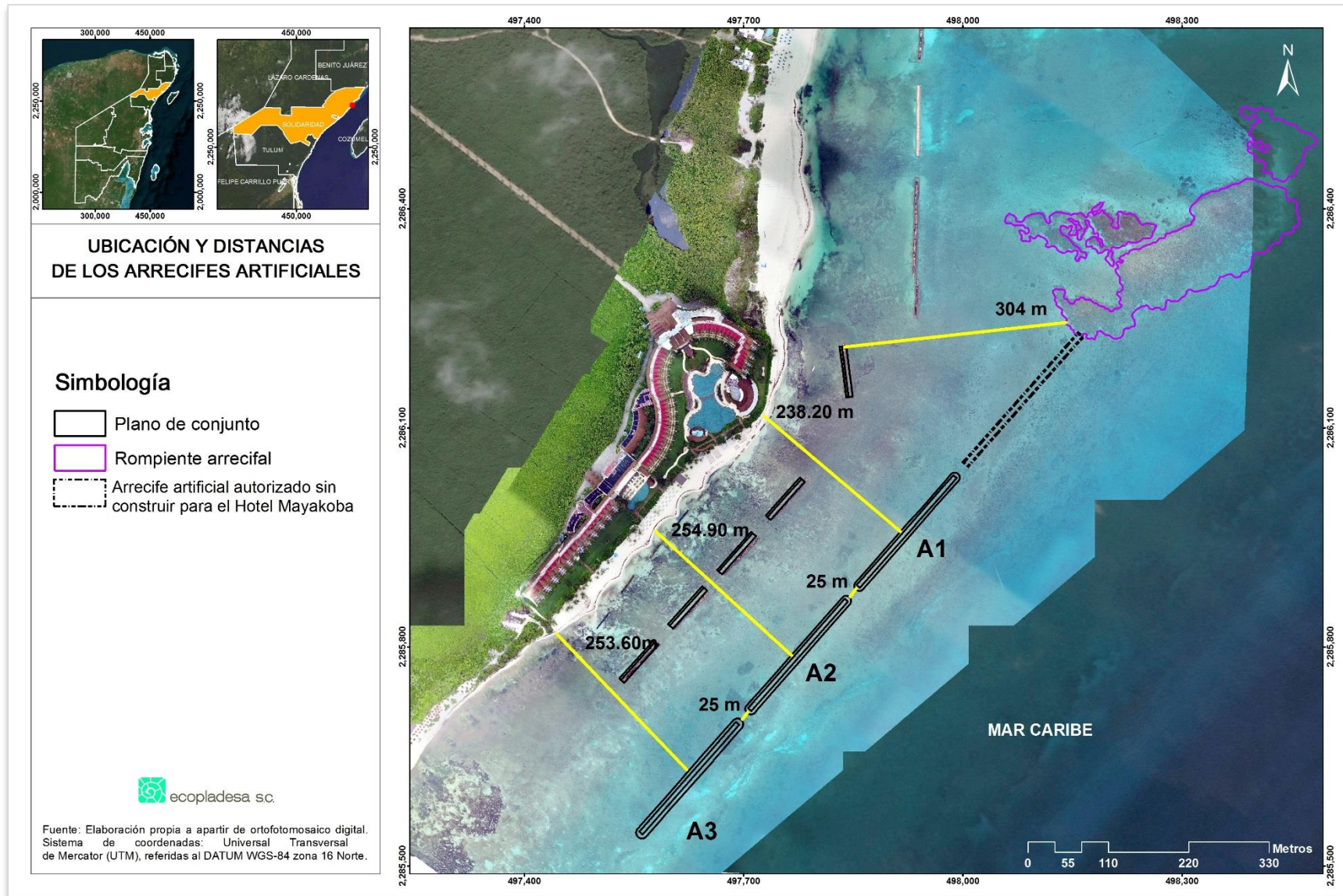


Figura 5. Se presenta la distancia de los arrecifes artificiales a instalar y la modificación de las estructuras existentes, respecto del parche de rompiente arrecifal que se ubica en el área de influencia del proyecto.

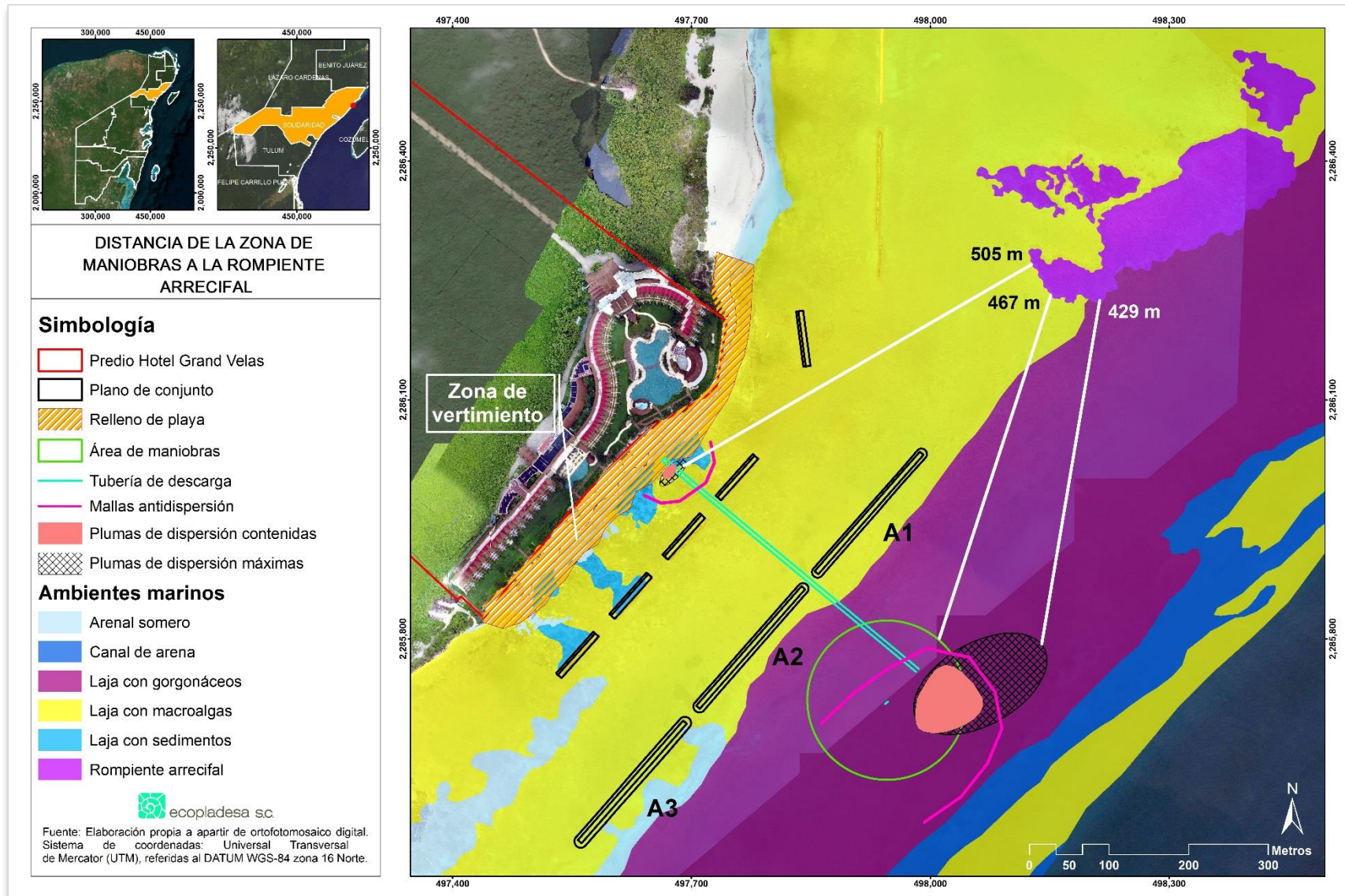


Figura 6. Plumas de dispersión con y sin malla. Obsérvese su distancia respecto del parche de rompiente arrecifal existente en el área de influencia indirecta del proyecto.

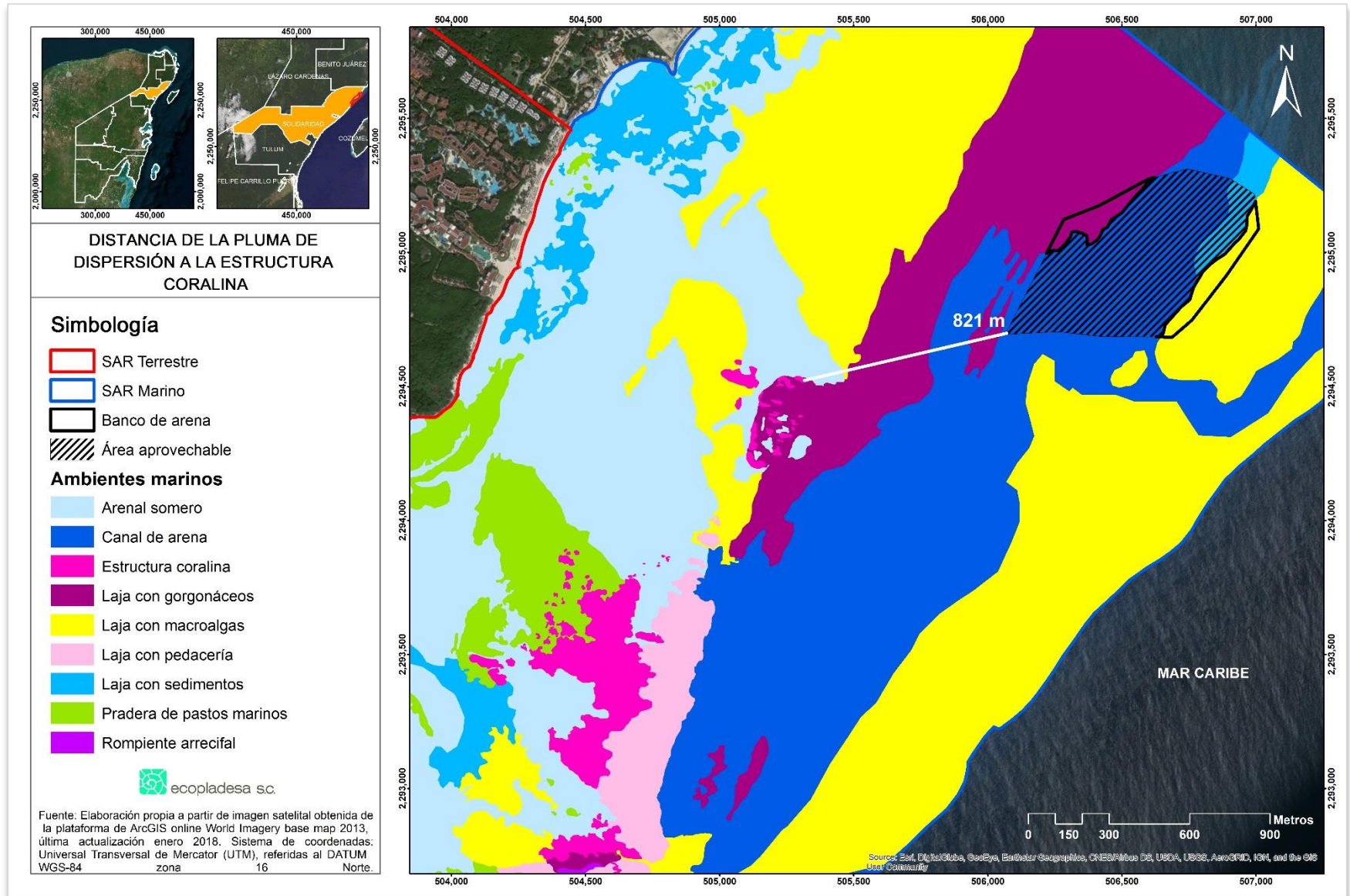


Figura 7. Pluma de dispersión con malla en el área del banco de arena, respecto de los parches de estructura coralina.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
ZMC-02	<p>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.</p>	<p>Las estructuras que se proponen, las modificaciones de las protecciones existentes y el relleno de playa se pretenden desplantar en una superficie de 2.22 ha sobre ambientes de laja con macroalgas, laja con sedimentos y de arenal somero, por lo que no se afectarán zonas con pastos marinos. Por las actividades que se proponen no se prevén afectaciones indirectas a dichos organismos.</p> <p>En el área de influencia indirecta del proyecto no se desarrollan pastos marinos, es hasta la sección II de la caracterización marina donde aparece una cobertura de ellos cercana a la costa.</p> <p>Durante las actividades de extracción, transporte y bombeo de arena, tampoco se afectarán estos ecosistemas.</p>
ZMC-03	<p>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.</p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar la captura de estos organismos por lo que no le aplica este criterio.</p> <p>Solo se contempla realizar el rescate de los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, esponjas y corales, entre otros. Estos se trasladarán a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p>
ZMC-04	<p>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.</p>	<p>En el SAR definido para el proyecto las comunidades arrecifales se identificaron en las secciones III y IV de la zonificación resultado de la caracterización marina. En la Sección I y II están ausentes varios ambientes y la zona propia del arrecife se diagnosticó incipiente y poco compleja por presentarse en parches aislados.</p> <p>En el proyecto se contempla construir tres arrecifes artificiales que se desplantarán sobre laja con macroalgas y laja con sedimentos, de los cuales el ubicado en el extremo norte denominado A1, queda separado por una distancia de 250 m del único parche de rompiente arrecifal que se identificó en el área de influencia indirecta</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>del proyecto, y que está ubicado frente al predio de Mayakoba.</p> <p>Entre el arrecife A1 que propone Grand Velas y el parche indicado de rompiente arrecifal, ya está proyectado a instalarse el arrecife A, autorizado para el proyecto de Mayakoba.</p> <p>Todos los arrecifes proyectados a instalarse están diseñados a colocarse de manera alineada con el parche de rompiente arrecifal del área de influencia indirecta del proyecto. De esta manera se imita el efecto de protección que tiene dicha estructura natural.</p> <p>Este parche de rompiente arrecifal representa una mínima porción de la comunidad arrecifal que se identificó en el SAR y presenta una zonificación incipiente y poco compleja, comparado con las identificadas en las secciones III y IV del SAR. De tal forma que al instalar el arrecife A1 de Grand Velas a 250 m de dicho parche y con la implementación de las medidas necesarias, se evitarán afectaciones directas o indirectas hacia él.</p> <p>De la misma forma, la ruta de transporte de la arena del banco a la tubería que bombeará la arena a la playa, no atravesará zonas coralinas, sino que pasará sobre el cantil que tiene profundidades de 24 a 32m, por lo que no se afectarán los corales. Asimismo, la tubería de bombeo de arena quedará flotando sobre zonas de laja con macroalgas, laja con gorgonáceos y laja con sedimentos.</p>
ZMC-05	<p>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.</p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.</p> <p>Solo se llevará el rescate de los ejemplares o colonias que se registren en las áreas de desplante del proyecto, los cuales serán reubicados en las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>También se llevará a cabo el trasplante de corales en los arrecifes artificiales que se coloquen, creando un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica, y fomentando el desarrollo del arrecife natural. Los corales que se utilicen para el trasplante serán obtenidos a través de convenios con instituciones de gobierno que mantienen viveros de coral como el INAPESCA de Puerto Morelos Quintana Roo o con alguna A.C. especializada en ello, por lo que no se obtendrán de las zonas arrecifales.</p>
ZMC-06	<p>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.</p>	<p>En el proyecto se propuso establecer arrecifes artificiales, para minimizar el oleaje en condiciones normales y de tormenta, y proteger el frente costero del hotel Grand Velas y Casa Velas. Efecto similar que ejercieron las estructuras existentes del hotel cuando fueron instaladas en el 2009, pero cuyo diseño ha sido rebasado por el impacto erosivo natural de la costa.</p> <p>De ahí que se realizaron estudios específicos y modelaciones para determinar el diseño de longitud necesario para lograr los objetivos de recuperación de playa y servicios ambientales de forma relativamente rápida pero sin implicar un alto costo ambiental ni económico. La justificación técnica del proyecto que se propone se detalla en el Capítulo 2 y 4, así como en los Anexos Técnicos 1 y 2 de esta MIA-R.</p> <p>En este proyecto se eligieron las estructuras paralelas a la costa buscando siempre la mayor probabilidad de capturar arena y contener los sedimentos ganados sin interrumpir por completo el paso del sedimento.</p> <p>Para ello se propuso la construcción de tres arrecifes artificiales de 200 m de longitud paralelos a la playa, los cuales quedarán separados por una distancia de 25 m entre cada uno. Para la construcción de dicho proyecto es que estamos sometiendo este estudio a consideración para su evaluación.</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
ZMC-07	<p>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.</p>	<p>En el proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos peligrosos, en el caso fortuito de registrar su presencia, por lo que no se prevé el vertimiento de hidrocarburos o productos químicos en la zona marina.</p> <p>En caso de derrame accidental en la zona marina, que es muy improbable que ocurra, se interrumpirán las actividades y se colocarán flotadores absorbentes para contener los hidrocarburos y posteriormente estos serán retirados al almacén del hotel, que los entregará a una empresa autorizada en su manejo.</p>
ZMC-08	<p>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.</p>	<p>En el proyecto no se pretenden llevar a cabo actividades recreativas marinas, dado que solo se llevará a cabo la construcción de los arrecifes, modificación de protecciones existentes, la extracción de arena y relleno de playa.</p> <p>Durante la temporada de anidación no se llevarán a cabo actividades entre el ocaso y el amanecer.</p> <p>Con la finalidad de proteger posibles áreas de anidación de las tortugas marinas y a las hembras que se acerquen a la costa en la temporada de desove, se realizará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se realizarán actividades de enriquecimiento de la duna restaurada empleando especies propias del ecosistema de duna costera. Lo que ayudará a mejorar sus condiciones, brindando protección y puntos de referencia a las tortugas. ✓ En el frente de playa se reubicarán las palmeras producto del rescate inicial. ✓ La maquinaria y equipo, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ La arena de reemplazo será similar (tamaño de grano, contenido de materia orgánica) a la arena de la playa original, a fin de mantener las condiciones de la playa aptas para la incubación de huevos de tortuga marina. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ En caso de que se detecten anidaciones de tortugas marinas, se avisará al personal del municipio, quien se encargará de realizar el marcaje del nido y/o reubicación. ✓ Se proyecta construir los arrecifes artificiales continuando la misma línea del arrecife natural, con separaciones de 25.0 m entre cada uno por lo que no representarán impedimento para el libre paso de tortugas. Cabe señalar que las estructuras existentes han permitido el paso de las tortugas hacia la playa, aún y cuando estas sobresalen 0.20 m del nivel del mar.
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	Aun cuando no se llevará a cabo alguna obra o actividad directa en comunidades arrecifales, para evitar cualquier daño y asegurar la preservación de los mismos se prevé la colocación de mallas antidispersión entre las áreas marinas en que se desarrolle el proyecto y las comunidades arrecifales cercanas, garantizando su protección.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	
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.	Durante las actividades propuestas se colocarán letreros que indiquen las normas que se deben seguir para evitar el deterioro de la zona marina.
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.	En el desarrollo de las actividades de construcción de arrecifes artificiales, modificación de protecciones existentes, extracción de arena y su relleno serán utilizadas mallas antidispersión para evitar la dispersión de sedimentos que pudieran afectar los recursos naturales de la zona.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	El proyecto no contempla la construcción de muelles.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	En el proyecto no se contemplan actividades de pesca en embarcaciones.
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	El proyecto se ubica en la UGA 178 a la que no le aplica este criterio.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	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.	

Del mismo modo, a la UGA 178 le son aplicables los criterios de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad. Estos criterios aplican a la zona costera inmediata del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, desde la línea de alta marea a la isóbata 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.

Cuadro 9. Vinculación de los criterios de la zona costera inmediata al municipio de solidaridad con la modificación al proyecto.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
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	En el proyecto se pretende realizar la extracción de arena de un banco marino empleando una draga, su traslado y bombeo mediante una tubería para el relleno de playa. Durante estas actividades se espera que se generen sedimentos en suspensión, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersión en todos los sitios que se requieran. La malla anti

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.	<p>dispersión disminuye en gran medida el paso de estos finos en suspensión, permitiendo que se puedan precipitar al fondo marino sin interrumpir el flujo de las corrientes marinas.</p> <p>Se calcularon las plumas de dispersión máximas que se podrían generar sin el uso de las mallas antidispersión, obteniendo que en la zona del banco la pluma podría llegar hasta los 140.56 m; en la zona de conexión de la tubería para el bombeo de la arena podría alcanzar los 188.24m y en el punto de descarga en la playa sería de 7.64 m.</p> <p>Sin embargo, con el uso de las mallas antidispersión los sedimentos serán contenidos, para evitar que estos viajen hacia otras zonas dentro del sistema ambiental y afecten los ecosistemas.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, no se prevén afectaciones a los ecosistemas marinos por esta causa.</p>
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.	Para dar cumplimiento a este criterio, se aplicarán los programas de Manejo de Residuos y Difusión Ambiental que se anexan a esta MIA-R (Anexos Técnicos 6 y 7, respectivamente), con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de los ecosistemas.
SOL-G-3	Para aquellos eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo que se realicen en la zona marina y que requieran de instalaciones o infraestructura temporales, deberán ubicarse a una distancia mínima de 100 metros de las formaciones arrecifales, y bajo la supervisión de la autoridad competente.	En relación con este criterio, no se prevé la realización de eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo en la zona marina.



Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-G-4	Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geotubos 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.	<p>Las obras y actividades que se proponen responden a una necesidad de realizar un programa de rehabilitación de la playa, que tiene como objetivo recuperar y mantener la playa frente al hotel, así como proteger los ecosistemas de duna y manglar mediante la colocación de infraestructura costera de protección.</p> <p>Esta propuesta se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero que han implementado otros proyectos en el SAR, como el hotel Mayakoba, Tres Ríos y Kanai, los cuales cuentan con proyectos concretos autorizados enfocados a restaurar sus playa y proteger los ecosistemas de duna y manglar.</p> <p>Para todos ellos, incluyendo el presente del Hotel Grand Velas, se realizaron los estudios técnicos necesarios de campo y de modelación, para analizar que los cambios que se generen en el oleaje, corriente y movimiento de sedimentos, sean de un efecto local y que no generen un desbalance en los procesos costeros, que pudieran afectar a predios vecinos, ni a otras áreas del SAR.</p> <p>Con esta visión integral, cuando estén operando el proyecto de rehabilitación del hotel Grand Velas, el de Mayakoba, Tres Ríos y Kanai, contribuirán a proteger un área mayor de costa, a mantener una playa más estable y a conservar los ecosistemas costeros del sistema ambiental regional.</p> <p>De acuerdo con los estudios y modelajes realizados, no se detectaron efectos colaterales negativos en el análisis del proyecto integral del relleno de playa con arena, la construcción de arrecifes artificiales y la modificación de las protecciones actuales para recuperar y estabilizar la playa frente al Hotel Grand Velas. Los modelos de simulación de oleaje, corriente y</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		sedimentos muestran la disipación de la energía de la ola y el movimiento de la arena hacia un lado y otro de la playa sin repercusiones para ninguna zona de la celda litoral.
SOL-G-5	Las descargas de aguas residuales de cualquier tipo al mar o a las aguas interiores de recintos portuarios deberán cumplir estrictamente con la normatividad aplicable y con los términos de los permisos que para tales efectos se emitan.	En el proyecto no considera la descarga al mar de aguas residuales de ningún tipo. Las aguas residuales que se generen por parte de los trabajadores se descargarán en los sanitarios portátiles que se instalarán.
SOL-G-6	Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.	En el proyecto no se emplearán explosivos.
SOL-G-7	La autorización para la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski, y similares, deberá considerar la elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema, con el fin de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciado así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema.	En las actividades del proyecto no se considera la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski o similares.
SOL-G-8	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, se evitará la acuicultura intensiva o con especies no nativas que implique: la acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimentos y/o por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo; contaminación producida por los agentes químicos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y/o en antifijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la	En las actividades del proyecto no se contempla la acuicultura intensiva o con especies no nativas, por lo que este criterio no le es aplicable.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	abundancia de patógenos provocada por el mantenimiento en condiciones de monocultivo, en altas densidades y en un lugar determinado y por un tiempo prolongado que provocará el contagio de patógenos que afecten a otras especies silvestres; o el posible escape o liberación de los individuos cultivados cuando éstos han sido modificados genéticamente.	
SOL-G-9	Promover ante las autoridades competentes la creación de "zonas de refugio" pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables para la recuperación de las poblaciones y ecosistemas, incrementando el atractivo natural de las zonas.	Este criterio no se considera competencia del promovente.
SOL-G-10	Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.	En el proyecto no se efectuarán actividades de pesca y/o acuático-recreativas, por lo que no le son aplicables estos criterios.
SOL-G-11	Fomentar que los distintos tipos de actividades tanto pesqueras, como acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores.	
SOL-G-12	La pesca deportiva se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable, conforme a buenas prácticas y con artes de pesca que minimicen el impacto a las especies capturadas.	
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.	En el proyecto se contempla el uso de embarcaciones de 60 pies (18 m), 2 remolcadores de 200 pies (61m), 2 chalanes o plataformas de 300 pies (91.5m) y 2 embarcaciones de apoyo de 10 a 15 pies de eslora, así como una draga de 60 m. Estas embarcaciones no son mayores, por lo que no cuentan con estos dispositivos.
SOL-G-14	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	En el proyecto no se contempla la construcción de marinas o muelles.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
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.	En el proyecto no se llevarán a cabo actividades de mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas, ya que las actividades de mantenimiento de las embarcaciones se llevarán a cabo en Puerto Calica.
SOL-G-16	La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambio de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	Las obras que se proponen, no implican la construcción de infraestructura portuaria.
SOL-G-17	Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.	Este criterio no se considera competencia del promovente.
SOL-G-18	Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales.	Esta medida les corresponde a las autoridades de gobierno.
SOL-G-19	Se evitará el abandono de embarcaciones.	No se contempla abandonar las embarcaciones que se utilicen para el proyecto.
SOL-G-20	El uso de vehículos acuáticos motorizados deberá realizarse en el marco de las autorizaciones expedidas para tal efecto, y evitando daños mecánicos a los arrecifes por encallamientos, por el golpe y arrastre de anclas o alguna parte de la embarcación o motor, derrames de aceites y combustibles, o	Para el proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por las zonas permitidas donde no se registraron formaciones arrecifales, por lo que no se prevén afectaciones a estas zonas. Las embarcaciones recibirán un mantenimiento preventivo en Puerto

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	generación o resuspensión de sedimentos.	Calica, por lo que no se prevé que haya derrames en la zona marina. Durante su funcionamiento podrían suspenderse los sedimentos, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersión para evitar que estos se dispersen y afecten los ecosistemas marinos. La malla anti dispersión disminuye en gran medida el paso de estos finos en suspensión, permitiendo que se puedan precipitar al fondo marino sin interrumpir el flujo de las corrientes marinas.
SOL-G-21	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	
SOL-G-22	Por motivos de seguridad de los usuarios, las embarcaciones y la integridad de los arrecifes de la zona, se evitará el acuatizaje de aeronaves.	En el proyecto no se consideran actividades de acuatizaje de aeronaves o hidroaviones.
SOL-G-23	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	
SOL-G-24	Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas, a excepción de aquellas que se extraigan, capturen o comercialicen en términos de la normatividad aplicable y de los permisos que para tal efecto haya emitido la SEMARNAT o la SAGARPA.	En el proyecto no se realizará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna nativas. Solo se llevará a cabo el rescate de la fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, corales, y esponjas que se registren en las áreas de desplante. Estos serán trasladados a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto. De acuerdo con lo anterior, solo se realizará el rescate y reubicación de los organismos que se registren.
SOL-G-25	La captura de individuos vivos de especies exóticas sólo podrá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el proyecto no se contempla la captura de individuos vivos de especies exóticas, por lo que no le aplica este criterio.
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA ZONAS DE NADO		
SOL-N-1	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos de agua interiores con el mar estarán sujetas a la	En el proyecto no se pretenden llevar a cabo excavaciones u obras hidráulicas, por lo que no le es aplicable este criterio.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	autorización de impacto ambiental emitida por autoridad competente conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas aplicables. Se observan entre otros efectos potenciales causados los siguientes: la generación de sedimentos, cambios en la salinidad, aportes de materia orgánica, arrastre de contaminantes en el agua como lixiviados, plaguicidas y/o pesticidas, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	
SOL-N-2	En las áreas de mayor fragilidad ecológica, como son las zonas arrecifales, se evitarán los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	Estos criterios no son vinculantes al proyecto, toda vez que no se contempla realizar actividades deportivas, recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial, así como tampoco se prevé el uso de kayak o pedalones.
SOL-N-3	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	
SOL-N-4	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	En el proyecto no se contemplan actividades de pesca, por lo que tampoco se arrojarán al mar vísceras y otros residuos derivados de esta actividad.
SOL-N-5	Con el propósito de prevenir la contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados, deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de estos residuos producidos durante la etapa de	La modificación al proyecto no contempla infraestructura para una marina y/o muelles. Por otra parte, en caso de generar residuos peligrosos, se dispondrán de manera adecuada.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	construcción, operación y mantenimiento.	
SOL-N-6	Se instalarán y utilizarán rampas o mecanismos para evitar el derrame de combustible durante el abastecimiento del mismo; asimismo se extraerán del agua los motores y embarcaciones menores que requieran de mantenimiento, con el fin de que éste sea efectuado en tierra, fuera de la ZOFEMAT y de Terrenos Ganados al Mar (TGM).	<p>En el área que se utilizará para el proyecto no se realizará abastecimiento de combustible, ya que esta actividad se llevará a cabo en Puerto Calica.</p> <p>Asimismo, el suministro de combustible de la maquinaria se llevará a cabo en talleres autorizados.</p>
SOL-N-7	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	En el proyecto se pretende el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por los canales de navegación permitidos fuera de las formaciones arrecifales.
SOL-N-8	El resguardo de embarcaciones menores se permitirá, siempre y cuando se haga en las zonas ya dispuestas por la autoridad competente (Cocobeach entre la latitud 20°38.240'N y 20°38.100'N; y la zona de El Recodo entre la latitud 20°37.675'N y 20°37.580'N) y no se utilicen cuerdas en la zona de playas, salvo en la zona de El Recodo.	<p>El resguardo de las embarcaciones que se utilizarán se realizará en Puerto Calica, que es un puerto destinado para tal fin.</p> <p>En el proyecto no se contempla el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas.</p>
SOL-N-9	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	
SOL-N-10	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	
SOL-N-11	Los canales de acceso a las lagunas arrecifales tienen como único propósito permitir el ingreso y salida de embarcaciones, por lo que debe evitarse cualquier otro tipo de actividades.	
SOL-N-12	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	Las obras en la zona marina se desplantarán sobre una superficie de 22,184.44 m ² , de los cuales se ocuparán 14,057.35 m ² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m ² (24.13%) de laja con sedimento y 2,774.42 m ² (12.50 %) de arenal somero, por lo que se solicita

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>autorización para ocupar dichas ambientes.</p> <p>En esta zona no se registró la presencia de praderas de pastos marinos, por lo que estos no se verán afectados a causa del proyecto.</p>
SOL-N-13	<p>Durante la época de anidación de tortugas marinas, en playas de desove, se promoverá que el amarre de las embarcaciones no se efectúe en la ZOFEMAT de las 18:00 horas a las 6:00 horas del día siguiente, para no obstruir el arribo de tortugas marinas al área de playa. A excepción de las zonas de fondeo.</p>	<p>En el proyecto no se contempla realizar el amarre de embarcaciones, por lo que se permitirá que estas pasen libremente para desovar.</p> <p>Durante la temporada de anidación no se llevarán a cabo actividades entre el ocaso y el amanecer.</p> <p>Asimismo, se realizarán las siguientes medidas con el fin de proteger las áreas de anidación de las tortugas marinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ En caso de que se detecten anidaciones de tortugas marinas, se dará aviso al personal del Municipio de Solidaridad, para que marque el nido o realice su reubicación, en caso necesario. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ La maquinaria y equipo, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ En el frente de playa se reubicarán las palmeras producto del rescate inicial.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Las actividades de relleno de playa se llevarán a cabo fuera de la temporada de anidación de tortugas marinas. ✓ Una vez que esté conformada la playa, se proveerán nuevos sitios de anidación para las tortugas marinas.
SOL-N-14	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente. Asimismo se evitará arrojar cualquier tipo de desperdicio en los arrecifes y suelo marino.	<p>Durante las actividades que se proponen no se realizará la recolección (Definición: acción de juntar cosas dispersas), remoción (Definición: eliminar), trasplante (Definición: quitar una planta de un sitio para plantarla en uno diferente, realizar el traslado de un órgano de un individuo a otro), de organismos vivos, muertos o materiales naturales. Tampoco se arrojarán residuos o sustancias al mar.</p> <p>Solamente se considera el rescate (Definición: liberar de daño o molestia) y reubicación (Definición: trasladar desde un punto hacia otro), de los organismos que al momento de la preparación del sitio se ubiquen en el área de desplante del proyecto, como aquellos organismos de lento desplazamiento o sésiles que pudieran encontrarse en el área específica de desplante, o bien, que se pudieran localizar en las cercanías y que por ello, puedan ser susceptibles de daño.</p> <p>Estos organismos se reubicarán hacia un sitio más seguro con base en el programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina, que se anexa al presente estudio.</p>
CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA PARA ZONAS DE ARRECIFES		
SOL-A-1	Impulsar y consolidar actividades de restauración arrecifal y rescate de	Las actividades del proyecto tienen el objetivo de rehabilitar la playa del hotel

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	<p>corales mediante la instalación de estructuras u otros métodos para la fijación y propagación de individuos. La manifestación de impacto ambiental que en su caso se presente deberá incluir información que permita evaluar los efectos potenciales de dicha actividad. Asimismo, se desincentivará la construcción de arrecifes artificiales como promotores de playas.</p>	<p>Grand Velas y Casa Velas, que se ha estado erosionando por las condiciones que prevalecen en la zona.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, las obras que se proponen tienen el objetivo de recuperar y mantener estable la playa, mediante la instalación de arrecifes artificiales, la modificación de las protecciones existentes, la extracción de arena y el relleno de playa. Estas obras se llevarán a cabo tomando las medidas necesarias para evitar afectaciones a los ecosistemas marinos, reduciendo al máximo los impactos que pudieran generarse.</p> <p>Una vez conformados los arrecifes artificiales, se realizará el trasplante de corales. Los corales que se utilicen para el trasplante serán obtenidos a través de convenios con instituciones de gobierno que mantienen viveros de coral como el INAPESCA de Puerto Morelos Q. Roo con alguna A.C. especializada en ello.</p> <p>El número y especies a utilizar, los métodos a emplear y las actividades de monitoreo se definirán una vez que se establezca el convenio con la Institución que proporcionará los corales, por lo que hasta ese momento se contará con toda la información necesaria para realizar dicha actividad.</p> <p>Con las actividades de trasplante de corales se creará un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica, y se fomentará el desarrollo del arrecife.</p>
SOL-A-2	<p>Evitar la instalación, colocación o uso de estructuras permanentes, tanto flotantes como fijas, incluyendo palafitos, que permitan la estancia de visitantes en las zonas marinas.</p>	<p>El proyecto no contempla la colocación de estructuras permanentes flotantes y/o fijas para la estancia de visitantes en la zona marina.</p>
SOL-A-3	<p>Se evitará la colocación de cualquier infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes.</p>	<p>Es importante mencionar que una porción de la rompiente en parches se encuentra a 250 m mar a dentro con respecto al arrecife A1 del proyecto.</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-A-4	Evitar y desincentivar la instalación y la construcción de infraestructura de cualquier tipo, excepto la requerida y autorizada para fines de conservación y restauración.	<p>Como se mencionó el objetivo del proyecto es restaurar la playa del frente del Hotel Grand Velas y Casa Velas que se ha estado erosionando por las condiciones que prevalecen en la zona.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, las obras que se proponen tienen el objetivo de recuperar y mantener estable la playa, mediante la instalación de arrecifes artificiales, la modificación de las protecciones existentes, la extracción de arena y el relleno de playa. Estas obras se llevarán a cabo tomando las medidas necesarias para evitar afectaciones a los ecosistemas marinos, reduciendo al máximo los impactos que pudieran generarse.</p>
SOL-A-5	Se evitará el dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra o acción que pueda dañar las zonas arrecifales.	<p>En el proyecto se contempla llevar a cabo actividades de extracción de arena de un banco marino, para lo cual se utilizará una draga. Estas actividades se llevarán a cabo en el canal de arena y sobre arenal somero del banco, por lo que no se afectarán zonas arrecifales.</p> <p>El banco que se utilizará se encuentra a una distancia de 2.8 Km de la rompiente arrecifal.</p>
SOL-A-6	Promover la educación ambiental y difusión de buenas prácticas ambientales entre los prestadores de servicios que realicen actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales.	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades recreativas en estructuras y lagunas arrecifales, por lo que no le aplica este criterio.
SOL-A-7	Los grupos de visitantes que practiquen buceo snorkel o SCUBA deberán utilizar guías locales (los que desarrollan de manera regular sus actividades en la zona) debidamente acreditados bajo las especificaciones de la NOM-09-TUR-2002, con el propósito de evitar malas prácticas ambientales.	Estos criterios no son vinculables al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades turístico - recreativas.
SOL-A-8	Se promoverá que los prestadores de servicios turístico-recreativos informen de manera verbal a los usuarios que ingresarán a un área de fragilidad ecológica por lo cual deberán evitar tocar o sustraer	

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	cualquier especie de flora y fauna, y con el propósito de evitar afectación a los arrecifes, se evitará también nadar a una distancia menor a un metro del fondo.	
SOL-A-9	Promover como obligatorio la adquisición de seguros de responsabilidad civil o de daños a terceros, por parte de los prestadores de servicios recreativos, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran las estructuras arrecifales por encallamiento u otro tipo de impacto.	
SOL-A-10	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	Las obras del proyecto se desplantarán sobre los ambientes de laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero, por lo que no se afectará una formación arrecifal, la más cercana se encuentra a 250 m aproximadamente. Asimismo, no se realizará ninguna de las actividades propuestas en estos criterios.
SOL-A-11	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes acuáticos de vela y/o tabla del tipo surf, kite surf, windsurf y similares.	
SOL-A-12	Asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, limitando el número máximo de visitantes, para buceo libre, hasta 8 personas por Guía; para buceo autónomo diurno, hasta 6 personas por Instructor Guía, y para buceo autónomo nocturno, hasta 4 personas por Instructor Guía.	Estos criterios no se consideran vinculables al proyecto, debido a que no se pretende la realización de ninguna de las actividades descritas en estos.
SOL-A-13	Propiciar la reglamentación del buceo de especialidad (nocturno, profundo, de corriente y de pecios) y el que se realice con estudiantes o buzos principiantes, bajo los estándares internacionales del sector, con el propósito de asegurar la integridad de los arrecifes. Se procurará que los usuarios cuenten con la certificación de buceo que	

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	avale los estándares de seguridad para esta actividad.	
SOL-A-14	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, y de acuerdo a la NOM-05- TUR-2003, NOM-09-TUR-2002 y la NOM-010-TUR-2001, se limitará el número de buzos que visiten cada arrecife a un máximo de visitas de acuerdo al obtenido por la capacidad de carga efectiva calculada conforme a estudios ecológicos específicos de áreas particulares del arrecife.	
SOL-A-15	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	Las actividades que se propone, no contemplan el uso de kayaks, pedalones y artefactos de baja velocidad.
SOL-A-16	En la práctica de actividades acuáticas en el arrecife, se evitará el uso de bloqueadores y bronceadores no biodegradables.	Estos criterios no se consideran vinculables al proyecto, debido a que no se pretende la realización de ninguna de las actividades descritas en estos.
SOL-A-17	Para proteger la integridad de los arrecifes someros, las actividades acuáticas recreativas en sitios con profundidades menores a 3 metros requieren del uso permanente del chaleco salvavidas.	
SOL-A-18	En las lagunas arrecifales y a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas, exceptuando los canales de navegación autorizados, se evitará la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos como acuamotos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores.	
SOL-A-19	Se evitará el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkel masivos, dado que representan un peligro para la integridad de las estructuras coralinas arrecifales.	

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-A-20	En la práctica de actividades recreativas como buceo libre, autónomo y natación, se evitará que los visitantes porten o usen guantes y cuchillos.	
SOL-A-21	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, las actividades de buceo libre y autónomo solamente serán con fines de observación, y se deberán realizar a una distancia mayor a un metro del fondo o de las estructuras arrecifales.	
SOL-A-22	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	En el proyecto se emplearán embarcaciones para todas las actividades contempladas, las cuales navegarán por los canales permitidos fuera de formaciones arrecifales, por lo que no se afectarán estos ecosistemas.
SOL-A-23	Todas las actividades que requieran el uso de embarcaciones motorizadas en zonas someras, deberán cumplir con los límites de velocidad establecidos por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos en las lagunas arrecifales.	Asimismo, estas respetarán la velocidad permitida en zonas someras por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos.
SOL-A-24	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales y evitar los daños generados por el uso de anclas, las embarcaciones sólo podrán amarrarse a las boyas designadas para tal fin, autorizadas por la autoridad competente (SCT y SEMARNAT). En caso de no existir boyas autorizadas, el anclaje de embarcaciones sólo podrá realizarse en zonas de arenales y ceibadales.	No se contempla el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas.
SOL-A-25	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	
SOL-A-26	Se evitará el anclaje de embarcaciones.	
SOL-A-27	Se debe evitar la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticos a una distancia mínima de 200 metros de las zonas arrecifales someras con profundidades menores a 3 metros.	En el proyecto no considera la realización de torneos, concursos o eventos náuticos, por lo que este criterio no aplica.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-A-28	Se evitará la navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 metros en las lagunas arrecifales y arrecifes.	En las obras que se proponen la única que implicará movimiento de una embarcación en la laguna arrecifal, corresponde a la de apoyo para las actividades de modificación de las protecciones existentes.
SOL-A-29	La velocidad máxima de las embarcaciones será de 4 nudos en lagunas arrecifales y en áreas de buceo, evitando navegar por encima de los buzos que se encuentren bajo el agua.	<p>Esta embarcación tiene un calado de 1m por lo que cumple con este criterio.</p> <p>Cabe señalar que la laguna arrecifal por donde se moverá esta embarcación corresponde a la del área de influencia directa del proyecto donde solamente hay laja con macroalgas, ya que no crecen pastos marinos en ella.</p> <p>Se contempla respetar la velocidad máxima establecida por la Capitanía de Puerto de la zona.</p>
SOL-A-30	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	Las obras en la zona marina se desplantarán sobre una superficie de 22,184.44 m ² , de los cuales se ocuparán 14,057.35 m ² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m ² (24.13%) de laja con sedimento y 2,774.42 m ² (12.50 %) de arenal somero, por lo que se solicita autorización para ocupar dichos ambientes.
SOL-A-31	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente.	<p>Durante las actividades que se proponen no se realizará la recolección (Definición: acción de juntar cosas dispersas), remoción (Definición: eliminar), trasplante (Definición: quitar una planta de un sitio para plantarla en uno diferente, realizar el traslado de un órgano de un individuo a otro), de organismos vivos, muertos o materiales naturales. Tampoco se arrojarán residuos o sustancias al mar.</p> <p>Solamente se considera el rescate (Definición: liberar de daño o molestia) y reubicación (Definición: trasladar desde un punto hacia otro), de los organismos que al momento de la preparación del sitio se ubiquen en el área de desplante del proyecto, como aquellos organismos de lento desplazamiento o sésiles que</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>podrían encontrarse en el área específica de desplante, o bien, que se pudieran localizar en las cercanías y que por ello, puedan ser susceptibles de daño.</p>
SOL-A-32	<p>Durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, las embarcaciones procurarán navegar a una velocidad no superior a 4 nudos, para evitar la afectación a dicha fauna.</p>	<p>Las embarcaciones navegarán a una velocidad menor a 4 nudos para evitar afectaciones a las tortugas marinas, dando cumplimiento a este criterio.</p>
SOL-A-33	<p>Se evitará tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales.</p>	<p>La zona arrecifal se encuentra a 250 m aproximadamente de la zona donde se llevarán a cabo las obras del proyecto, por lo que no se afectarán estas formaciones.</p>
CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA PARA ZONAS PORTUARIAS		
SOL-P-1	<p>La acumulación y disposición de materiales producto del dragado autorizado para el mantenimiento de canales interiores se hará en los sitios designados para dicha acumulación y disposición, debiendo ser acondicionados previamente para contener y filtrar los sedimentos.</p>	<p>En el proyecto no se realizarán actividades de dragado o canalización, por lo que no se producirán materiales producto de dichas actividades.</p>
SOL-P-2	<p>Las actividades de dragado que tengan por finalidad la restauración, mantenimiento, limpieza de canales y bocas deberán aplicar medidas para minimizar los efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, las especies de fauna y la calidad del agua.</p>	<p>En el proyecto no se realizarán actividades de dragado o canalización, sin embargo, contempla la utilización de mallas antidispersión, que serán colocadas en los sitios que se requieran con el objetivo de contener los sedimentos que se dispersen durante las actividades de extracción de arena, bombeo y vertido en la playa.</p>
SOL-P-3	<p>Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras.</p>	<p>El proyecto no implica actividades turísticas y/o pesqueras, por lo que no es aplicable este criterio.</p>
SOL-P-4	<p>En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo.</p>	<p>El promovente se da por enterado de esta medida.</p>
SOL-P-5	<p>Las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de los residuos producidos durante su construcción, operación y mantenimiento.</p>	<p>El proyecto no contempla la construcción de marinas o muelles, por lo que no le aplica este criterio. Sin embargo, se contempla realizar un manejo adecuado de los residuos que se generen.</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-P-6	Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores.	En el proyecto se pretende el uso de embarcaciones menores, las cuales será resguardadas en Puerto Calica.
SOL-P-7	Las instalaciones portuarias deberán contar con un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar. Para su uso se coordinarán con las autoridades competentes.	No se contempla la construcción de infraestructura portuaria.

2.2.4. Decretos de Áreas Naturales Protegidas.

El área de desplante del proyecto se encuentra ubicada dentro del polígono de la Reserva de Biosfera del Mar Caribe, decretada como Área Natural Protegida el día 7 de diciembre de 2016. En relación con otras áreas naturales protegidas, el área de desplante del proyecto se ubica a distancia de 20.79 Km del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y el banco de arena se ubica a una distancia de 7.96 Km del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (Figura 8).

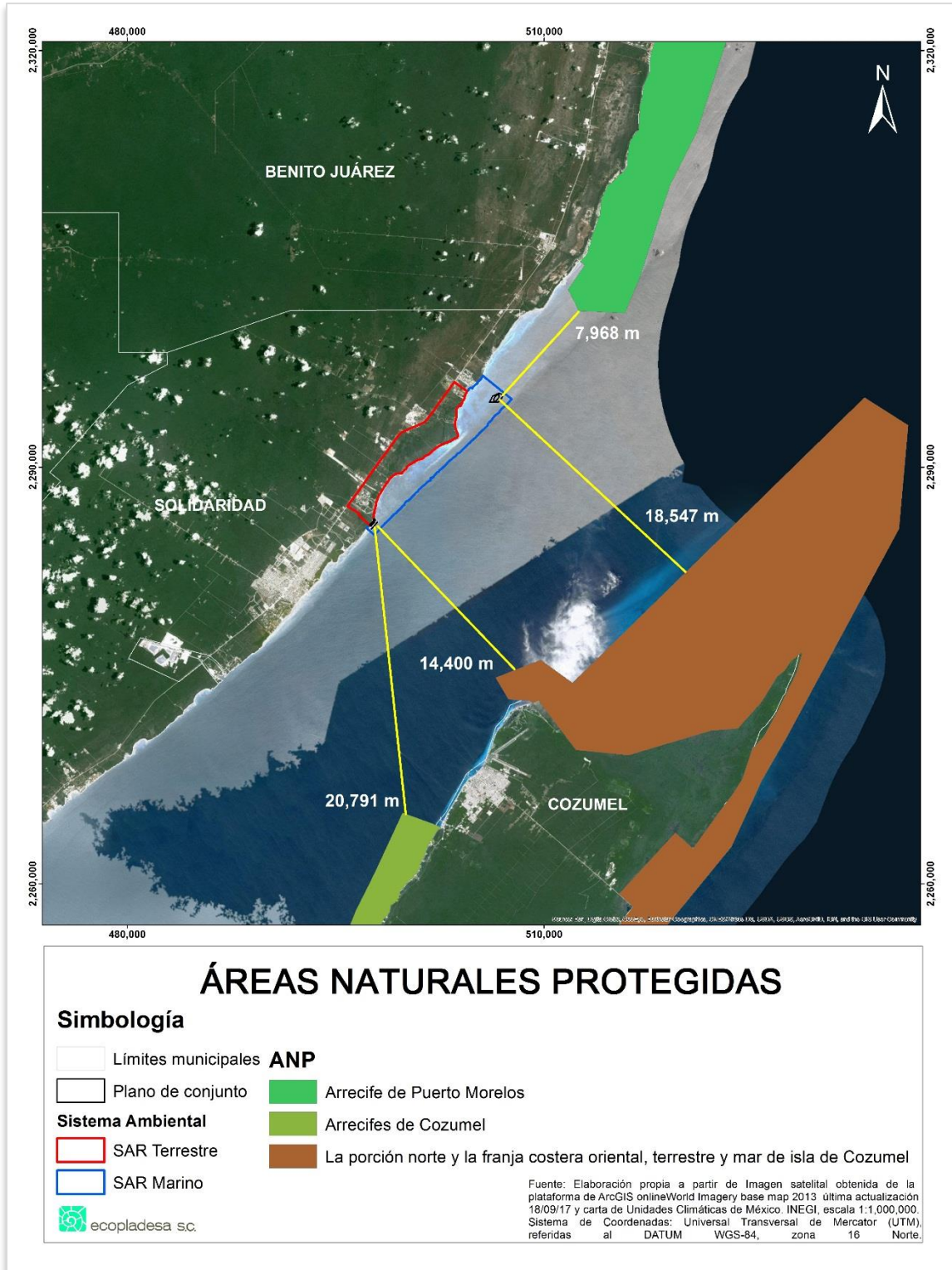


Figura 8. Ubicación del predio del proyecto con respecto a los Parques Marinos Nacionales Arrecifes de Cozumel y Arrecife de Puerto Morelos.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con los lineamientos establecidos en el Decreto de creación de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

Vinculación con el Decreto de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

El día 7 de diciembre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas. De esta superficie 5, 725,465-86-57.50 hectáreas corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1, 932,648-48-79.18 hectáreas, mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3, 821,406-87-52.42 hectáreas. Hasta la fecha solo se ha realizado el decreto del ANP y se encuentra en elaboración su plan de Manejo.

En el artículo segundo del decreto se establece que las zonas núcleo y de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se subzonificarán en el programa de manejo, conforme a lo previsto en los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En los artículos cuartos, quinto y sexto del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas núcleo.

Mientras que en los artículos séptimo, octavo y noveno del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas de amortiguamiento.

En los demás artículos del decreto se establecen las disposiciones generales de aprovechamiento de los recursos pesqueros, de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo actividades, de las medidas que emitirá la Secretaría para mantener la reserva, de los convenios, acuerdos y bases de colaboración, de la formulación del Programa de Manejo, la delimitación del área de influencia, y señala las autoridades que estarán a cargo de las acciones de inspección y vigilancia.

Del área de desplante del proyecto, solo los arrecifes artificiales quedan dentro del polígono de la Reserva de Biosfera del Caribe Mexicano, dentro de la zona de amortiguamiento. El banco de arena se ubica a una distancia de 372 m del ANP, asimismo las protecciones modificadas se encuentran a distancias de entre los 99 y 132 y el relleno de playa se ubica a una distancia de 175.0 m (Figura 9).

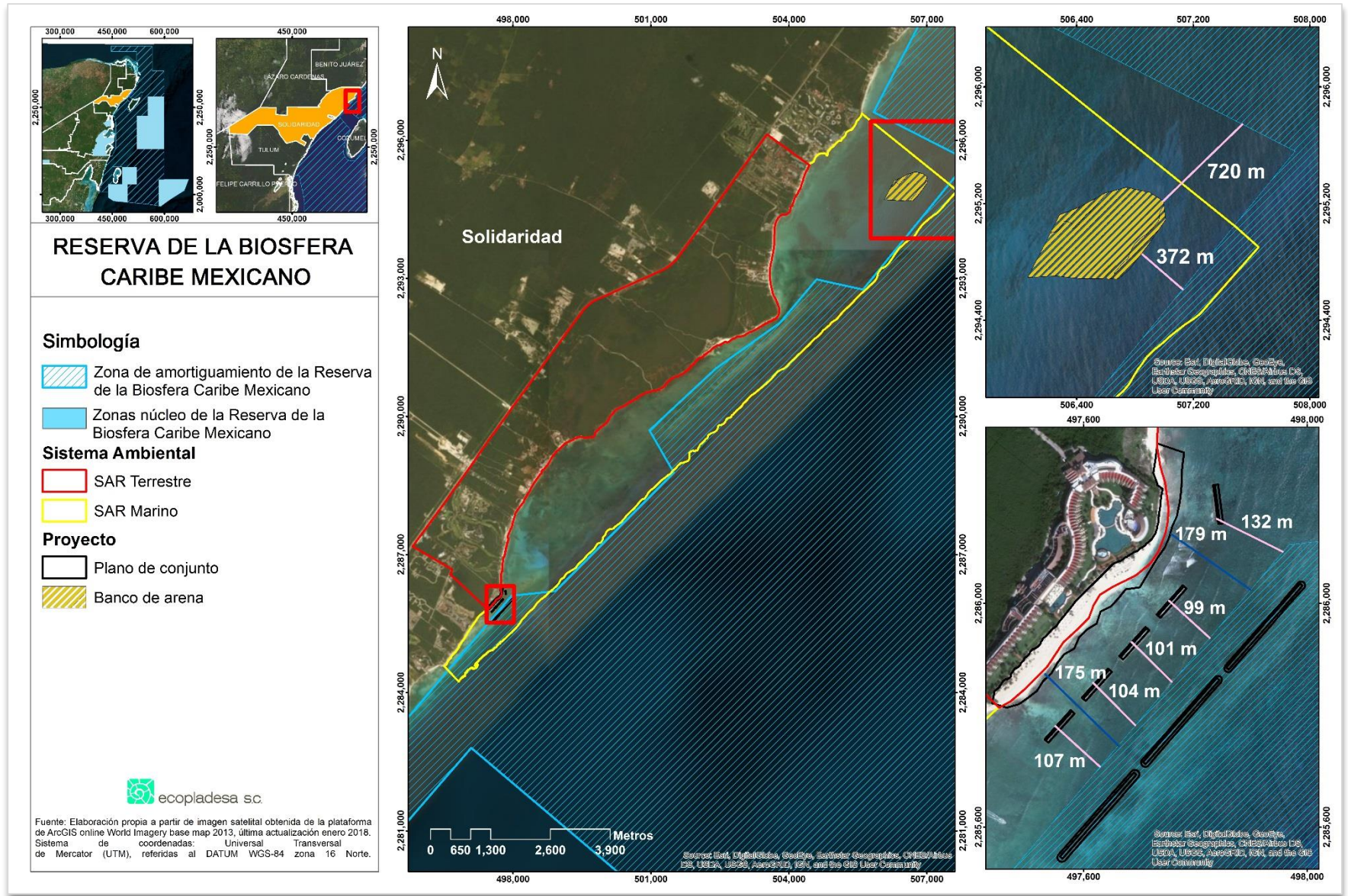


Figura 9. Ubicación del área del proyecto dentro de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con los artículos séptimo, octavo y noveno del decreto en los que se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas de amortiguamiento.

ARTÍCULO SÉPTIMO. Dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:

Cuadro 10. Se indican las actividades permitidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
<i>I. Investigación y colecta científicas;</i>	En el proyecto no se pretende realizar esta actividad.
<i>II. Monitoreo ambiental;</i>	Se contemplan actividades de monitoreo de los arrecifes artificiales, las protecciones modificadas y el relleno de playa mediante inspecciones visuales y levantamiento topobatimétricos semestrales o después de períodos de oleaje extraordinario.
<i>III. Educación ambiental</i>	Durante las actividades contempladas se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental dirigidas al personal, en las que se fomentará el cuidado de la flora, fauna y de los ecosistemas, y el manejo adecuado de los residuos.
<i>IV. Turísticas;</i>	En el proyecto no se contempla actividades turísticas.
<i>V. Turismo náutico;</i>	En el proyecto no se contempla actividades de turismo náutico.
<i>VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre;</i>	Se llevará a cabo un convenio con el Municipio de Solidaridad para operar el campamento del Programa de Protección y Conservación de las Tortugas Marinas del Municipio, que corresponde a un aprovechamiento no extractivo. Este convenio se llevará a cabo una vez que el Municipio cuente con el Plan de Manejo y autorización emitida por la Dirección General de Vida Silvestre.
<i>VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre;</i>	En el proyecto no se pretende realizar el aprovechamiento extractivo de la vida silvestre.
<i>VIII. Pesca y acuicultura;</i>	No se llevarán a cabo actividades de pesca y acuicultura.
<i>IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies;</i>	En el proyecto se propone realizar la rehabilitación de la playa del hotel,

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
	mediante la construcción de infraestructura de protección y relleno de playa, lo cual a su vez contribuirá a la preservación de los ecosistemas de duna costera y manglar.
X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales	En el proyecto no se pretende realizar el control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales.
XI. Construcción de instalaciones de apoyo a la investigación, monitoreo y educación ambientales; así como para el turismo, el turismo náutico y para la administración y vigilancia del área natural protegida;	No se construirán instalaciones de apoyo para el ANP.
XII. Instalación de señalización marítima;	Se realizará la instalación de señalización marina en los arrecifes artificiales para evitar accidentes con las embarcaciones locales, principalmente porque las estructuras se encuentran a nivel medio del mar.
XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente;	Se verificarán las condiciones de los arrecifes artificiales, para detectar que se conserven en buenas condiciones. En caso de que se dañen por el paso de un huracán serán reconstruidos.
XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria;	No se contempla infraestructura portuaria.
XV. Construcción de infraestructura exclusivamente cuando conforme a las atribuciones de la Secretaría de Marina, se requiera para la defensa exterior y coadyuvancia en la seguridad interior del país o para atender una situación de emergencia;	No se contempla este tipo de infraestructura.
XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación;	No se considera esta actividad.
XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental;	<p>En el proyecto se contemplan actividades de extracción de arena de un banco marino, lo cual se somete a autorización de impacto ambiental a través de este estudio.</p> <p>La arena que se extraiga será bombeada por medio de una tubería flotante a la playa.</p>

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
<i>XVIII. Navegación de embarcaciones;</i>	Se contempla el uso de embarcaciones para todas las actividades del proyecto.
<i>XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas;</i>	No se realizarán regatas o competencias deportivas náuticas.
<i>XX. Instalación de arrecifes artificiales promotores de nuevos hábitats para la flora y fauna marina, así como para los proyectos de recuperación de playas, y</i>	<p>En el proyecto se contempla la construcción de arrecifes artificiales para la recuperación de la playa, así como actividades de modificación de las protecciones existentes. En los arrecifes artificiales se realizará el trasplante de corales, creando un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica, y fomentando el desarrollo del arrecife natural.</p> <p>Los arrecifes artificiales así como las protecciones modificadas servirán como hábitats para la flora y fauna marina.</p>
<i>XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente.</i>	No se contemplan otras actividades.

Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.

Conforme a lo señalado, cuando se someta a evaluación el proyecto, la DGIRA de la SEMARNAT solicitará la opinión de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

ARTÍCULO OCTAVO. El uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, se realizará de conformidad con la subzonificación correspondiente y se sujetará a las siguientes modalidades:

Cuadro 11. Se indican las modalidades permitidas para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y su vinculación con el proyecto.

Uso y aprovechamiento de los recursos naturales	Vinculación con el proyecto
<i>I. Las actividades de observación, investigación científica, colecta científica, monitoreo ambiental y educación ambiental, se llevarán a cabo de tal forma que no alteren los ecosistemas, los hábitats o la viabilidad de las especies de vida silvestre;</i>	Las actividades de monitoreo ambiental se llevarán a cabo de forma periódica sin alterar los ecosistemas.
<i>II. El desarrollo de actividades de turismo terrestre o turismo náutico pueden llevarse a cabo respetando la capacidad de carga o límite de cambio aceptable de los ecosistemas, evitando en todo momento la fragmentación o la alteración de los elementos naturales que lo conforman;</i>	En el proyecto no se contempla actividades de turismo náutico.
<i>III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica;</i>	Las actividades de aprovechamiento no extractivo, que se realizarán por parte del personal del Municipio autorizado para el manejo de las tortugas marinas, se llevarán a cabo manteniendo los procesos ecológicos que se desarrollan en la zona. Con el relleno de playa se ampliarán las zonas potenciales de anidación de tortugas marinas.
<i>IV. La pesca y acuacultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al programa de manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas y zonas de veda;</i>	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca y acuacultura.
<i>V. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador;</i>	No se pretende realizar la pesca de consumo doméstico.
<i>VI. Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura</i>	No se realizarán actividades pesqueras.

Uso y aprovechamiento de los recursos naturales	Vinculación con el proyecto
<p><i>prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;</i></p>	
<p>VII. <i>La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área;</i></p>	<p>No se realizarán actividades de agricultura y ganadería.</p>
<p>VIII. <i>La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;</i></p>	<p>Las actividades que se proponen tienen el objetivo de recuperar y mantener estable la playa, ya que los arrecifes artificiales reducirán la energía del oleaje, lo que a su vez protegerá la playa manteniéndola más estable, contribuyendo a preservar los ecosistema de duna y manglar. En estos ecosistemas se mantendrán los procesos ecológicos y evolutivos, y continuarán proveyendo servicios ambientales.</p>
<p>IX. <i>La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;</i></p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar el control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales.</p>
<p>X. <i>La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre que con dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;</i></p>	<p>No se pretende realizar la reintroducción de la vida silvestre.</p>

Uso y aprovechamiento de los recursos naturales	Vinculación con el proyecto
<i>XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el programa de manejo;</i>	Durante las actividades del proyecto se respetará la señalización marítima y las rutas de navegación ya establecidas.
<i>XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;</i>	Se acatará lo establecido cuando se publique el Programa de Manejo del ANP.
<i>XIII. La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y</i>	Se atenderán las reglas específicas para las actividades que se proponen, una vez que se publiquen.
<i>XIV. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes</i>	No se contemplan otras actividades.

ARTÍCULO NOVENO. Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:

Cuadro 12. Se indican las actividades prohibidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
<i>I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;</i>	Durante las actividades propuestas no se arrojarán, verterán, descargarán depositarán sustancias o residuos peligrosos en la zona marina ni en la zona terrestre. Se prevé generar un volumen muy bajo de residuos peligrosos, los cuales se manejarán de manera adecuada, serán dispuestos en el almacén con el que cuenta el hotel Grand Velas y entregados a una empresa autorizada en su manejo.
<i>II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;</i>	En el proyecto no se contempla la construcción de confinamientos de materiales y sustancias peligrosas.
<i>III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos,</i>	No se contemplan estas obras y actividades.

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
<p>salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;</p>	
<p>IV. Emplear equipos y artes de pesca fijas permanentes o de arrastre sobre el fondo marino, salvo para la pesquería de camarón en la zona Noroeste de Isla Contoy, y para la instalación del arte de pesca conocida como "casita cubana" para la pesca de langosta en la Laguna Chacmochuch;</p>	<p>No se realizarán actividades de pesca.</p>
<p>V. Utilizar sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013 o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;</p>	<p>No se realizarán actividades de pesca.</p>
<p>VI. Introducir especies exóticas invasoras;</p>	<p>No se realizará la introducción de especies exóticas invasoras.</p>
<p>VII. Alimentar, tocar o perseguir a los ejemplares de la vida silvestre, salvo que se cuente con la autorización correspondiente;</p>	<p>No se alimentarán, perseguirán o tocarán los ejemplares de fauna marina, ni los ejemplares que se detecten en la zona terrestre.</p>
<p>VIII. Colocar iluminación dirigida hacia el mar y las playas, que altere el ciclo reproductivo de las tortugas marinas, así como su ingreso o tránsito; a excepción del señalamiento marítimo que determine la autoridad competente;</p>	<p>No se contempla la instalación de iluminación en el frente de playa. El hotel no cuenta con iluminación para evitar que se altere la conducta de las tortugas marinas.</p>
<p>IX. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, aguas fangosas o limosas sobre los ecosistemas costeros, salvo para recuperación de playas y arrecifes artificiales que cuenten con la autorización correspondiente;</p>	<p>En el proyecto se pretende realizar la construcción de arrecifes artificiales, modificación de protecciones existentes, las actividades de extracción de arena, bombeo y relleno de playa, por lo que se espera que se generen sedimentos durante estas actividades, sin embargo, se colocarán mallas antidispersión para evitar que estos se dispersen hacia otras zonas.</p>
<p>X. Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina;</p>	<p>No se utilizarán explosivos.</p>

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
<i>XI. Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;</i>	No se llevarán a cabo estas actividades.
<i>XII. Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;</i>	Las actividades de suministro de combustible para las embarcaciones se realizarán en un puerto de abrigo, por lo que no se realizarán en el área del proyecto.
<i>XIII. Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y</i>	No se verterán aguas en la zona marina, y solo se emplearán embarcaciones menores.
XIV. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuacultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	No se realizarán actividades que no estén permitidas en la legislación aplicable.

Derivado de lo señalado en los cuadros previos, el proyecto contempla solo las actividades permitidas para la zona de amortiguamiento, las cuales se llevarán a cabo conforme a la normatividad aplicable y tomando todas las medidas necesarias para mantener los procesos ecológicos que se desarrollan y promoviendo la conservación los recursos naturales y la diversidad biológica. No se realizará ninguna de las actividades prohibidas.

Por otra parte, en el artículo Décimo Segundo del decreto se establece *que cualquier obra o actividad pública o privada que se pretenda realizar dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano deberá sujetarse a las modalidades y lineamientos establecidos en este Decreto, en el programa de manejo del área y en las demás disposiciones jurídicas aplicables. Asimismo, quienes pretendan realizar dichas obras o actividades deberán contar, en su caso, y previamente a su ejecución, con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, independientemente del otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones que deban expedir otras autoridades, conforme a las disposiciones jurídicas que correspondan.*

De acuerdo con lo anterior, este estudio se somete a evaluación de la DGIRA de la SEMARNAT para obtener la autorización respectiva a la que se refiere este artículo.

El proyecto contempla actividades en la zona marina, sin embargo, no se afectarán los ecosistemas marinos, dado que se considera que:

1. No se alterarán las condiciones generales de las comunidades arrecifales ya que no se construirán las estructuras sobre ellos.
2. Los arrecifes artificiales, las protecciones modificadas y el relleno de playa, se desplantarán sobre laja con macroalgas, laja con sedimentos y en arenal somero, y durante su construcción se colocarán mallas antidispersión para evitar la suspensión de sedimentos.
3. Durante las obras que se proponen no existirá ningún tipo de vertimientos o descargas de contaminantes hacia el mar, por lo que no habrá contaminación o detrimento de la calidad del agua.
4. El peso y forma de los arrecifes artificiales garantiza que no se moverán por el efecto del oleaje y las corrientes, de tal forma que no podrán afectar otras áreas ni a otros ambientes dentro de la zona de influencia indirecta del proyecto ni del SAR.
5. Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, por lo que el movimiento de agua a los costados de los arrecifes será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos.
6. En ningún momento se interrumpe el flujo de agua a lo largo de la playa. No se alterará la dirección de flujo del sistema regional y local de agua subterránea.
7. Se aplicarán las medidas establecidas en el Capítulo VI de esta MIA-R para evitar cualquier tipo de afectaciones al ecosistema marino.

2.3. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS DEL PROYECTO.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con todos y cada uno de los instrumentos normativos de aplicación directa en materia ambiental a los cuales se acatará la ejecución del proyecto en sus diversas etapas. En este orden de ideas a continuación se muestran las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratados y Acuerdos Internacionales.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Puertos.
- Ley de Bienes Nacionales.
- Ley General de Cambio Climático.

2.3.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos como órgano normativo superior de la pirámide jurídica, establece en un Estado federado, las bases normativas, principios generales de derecho y el listado de derechos humanos sobre los cuales han de fundarse los cuerpos normativos de naturaleza estatal y local.

A continuación se presenta una breve vinculación de los Artículos constitucionales que le son aplicables en forma directa al proyecto, en virtud de la naturaleza de sus obras y actividades.

Cuadro 13. Artículos vinculantes del proyecto respecto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSTITUCIÓN PÓLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 4. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.</p>	<p>Con la implementación del proyecto se pretende recuperar la playa del hotel, lo cual coadyuva con el Estado dando cumplimiento a su obligación de garantizar este derecho en la región para que tanto la población local como los visitantes y turistas que accedan al área recuperada puedan ejercer este derecho.</p>
<p>Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.</p> <p>La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.</p> <p>Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental... Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional...</p> <p>En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación</p>	<p>El promovente mediante la presentación de la presente MIA-R, como legítimo propietario del predio del proyecto se ha comprometido a cumplir con las modalidades que dicta el interés público a la propiedad privada, a través del estricto cumplimiento de los criterios de regulación ecológica que contempla el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Solidaridad, subordinando el ejercicio del derecho de propiedad a la aplicación de la legislación ambiental vigente y sometiendo el proceso de planificación del proyecto a los más estrictos parámetros ambientales, con el fin de garantizar la conservación y continuidad de los ecosistemas presentes el área del proyecto.</p> <p>Teniendo en cuenta que las obras y actividades consideradas dentro del proyecto se desarrollarán en su mayoría en zonas de jurisdicción federal, la promovente hace constar que previo a cualquier actividad, obtendrá los permisos y autorizaciones aplicables en términos de ley.</p> <p>Por lo que se refiere a la zona federal marítimo terrestre que se rehabilitará y recuperará, una vez que sea autorizada la MIA-R, se llevarán a cabo las acciones propuestas y posteriormente se obtendrán las concesiones correspondientes de la</p>

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.	zona federal ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre de la SEMARNAT.

2.3.2. Tratados, Convenios y Acuerdos Internacionales.

De acuerdo con el artículo 133 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los Tratados Internacionales son ley suprema en todo el territorio nacional. Bajo ese principio, a continuación se hace una vinculación entre algunos tratados, convenios y acuerdos internacionales, aunque estos solo establecen obligaciones entre los estados signatarios, por lo que no generan obligaciones directas para los particulares.

Cuadro 14. Se presenta la vinculación del proyecto con respecto a los tratados o convenios internacionales.

TRATADO, CONVENIO O ACUERDO	VINCULACIÓN
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte. Artículo 2.- Con relación a su territorio, cada una de las partes: (...) e) Evaluará los impactos ambientales, cuando proceda (...)	Se somete esta MIA-R al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT, con lo que se cumplirá con la obligación internacional de México conforme a este acuerdo.
Convenio sobre la Diversidad Biológica Artículo 8.- Cada Parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda [...]: i) Procurará establecer las condiciones necesarias para armonizar las utilidades actuales [del suelo] con la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes [...]	Las actividades que se proponen son acordes con las actividades permitidas y coadyuvan con la conservación de la diversidad biológica y el uso sustentable de los recursos, además de que se trata de actividades de recuperación. En el proyecto se contempla realizar la aplicación de medidas de prevención y compensación para reducir los efectos que pudiera causar éste sobre los recursos naturales.
Artículo 14.- Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: [...] a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto	El proyecto, al someterse a la evaluación en materia de impacto ambiental, estará abierto a la participación pública en términos de la LGEEPA y el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental.

TRATADO, CONVENIO O ACUERDO	VINCULACIÓN
ambiental de sus Proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos [...].	
Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas. Artículo 1.- Cada Parte tomará las medidas apropiadas y necesarias, de conformidad con el derecho internacional y sobre la base de los datos científicos más fidedignos disponibles, para la protección, conservación y recuperación de las poblaciones de tortugas marinas y de sus hábitats [...]. ANEXO II del CIPCT. Protección y Conservación de los Hábitats de las Tortugas Marinas. Cada Parte considerará y, de ser necesario, podrá adoptar, de acuerdo con sus leyes, reglamentos, políticas, planes y programas, medidas para proteger y conservar, dentro de sus territorios y en las áreas marítimas respecto a las cuales ejerce soberanía, derechos de soberanía o jurisdicción, los hábitats de las tortugas marinas, tales como: 1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que pueden afectar los hábitats de las tortugas marinas, incluyendo: dragado de canales y estuarios; construcción de muros de contención, muelles y marinas; extracción de materiales; instalaciones acuícolas; establecimiento de instalaciones industriales; utilización de arrecifes; depósitos de materiales de dragados y de desechos, así como otras actividades relacionadas [...].	En el proyecto se tomarán las medidas necesarias para proteger las tortugas marinas que arriban a la playa. Además se coadyuvará con su protección al mejorar las condiciones de la playa, ya que se recuperará su hábitat en el frente del predio. Asimismo, al someter esta MIA-R a evaluación en materia de impacto ambiental, se están poniendo en manifiesto las actividades que se llevarán a cabo en el proyecto y las medidas que se tomarán en caso de registrar el arribo de las tortugas marinas, con el fin de evitar cualquier tipo de afectación a estos organismos.
Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. Artículo I.- Las Partes Contratantes promoverán individual y colectivamente el control de todas las fuentes de contaminación del medio marino, y se comprometen especialmente a adoptar todas las medidas posibles para impedir la contaminación del mar por el vertimiento de desechos y otras materias que puedan constituir un peligro para la salud humana, dañar los recursos	El proyecto ha considerado todas las medidas de prevención, control y atención en caso de cualquier vertimiento accidental de residuos o hidrocarburos al mar, aunque no es probable que ocurra.

TRATADO, CONVENIO O ACUERDO	VINCULACIÓN
biológicos y la vida marina reducir las posibilidades de esparcimiento o entorpecer otros usos legítimos del mar [...]	

2.3.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Cuadro 15. Se presenta la vinculación del proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.</p>	<p>Para dar cumplimiento a esta disposición, se contemplaron diversas actividades y/o medidas para la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto.</p>
<p>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:</p> <p>IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.</p> <p>X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.</p> <p>XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;</p>	<p>Con la presentación de esta MIA-R se cumple con esta disposición.</p> <p>Las actividades que se proponen consisten en obras de recuperación de playa y construcción de arrecifes artificiales, que están incluidas en la fracción IX de este artículo.</p> <p>De la misma forma, se llevarán a cabo actividades en la zona federal marítimo terrestre, las cuales se someten a autorización. Estas actividades están enmarcadas en la fracción X.</p> <p>Asimismo, los arrecifes artificiales quedan dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, por lo que está en un Área Natural Protegida de competencia federal, que corresponde a la fracción XI, y se hizo la vinculación correspondiente de su apego al Decreto de dicha ANP.</p>
<p>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una</p>	<p>Con la presentación de esta MIA-R se da cumplimiento a esta disposición.</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente [...]	
<p>ARTÍCULO 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.</p> <p>Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que</p>	En la presente MIA-R se incluye la vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos aplicables. Tanto en el presente capítulo como en los capítulos V y VI, se describen los efectos que tendrá sobre el ambiente y las medidas que se aplicarán, por lo que se cumple con esta disposición y se solicita la autorización en materia de impacto ambiental.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista [...]	
<p>ARTICULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.</p>	<p>El proyecto no contempla descargas o infiltraciones de aguas residuales en la zona marina, ni al suelo o subsuelo en la zona terrestre, toda vez que se instalarán sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores. Las aguas residuales serán extraídas, trasladadas y entregadas a una planta de tratamiento para su disposición final por parte de la empresa arrendadora de los sanitarios.</p> <p>En la etapa operativa los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, los cuales están conectados a la red interna de drenaje que conduce a las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.</p>

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

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Control de los Residuos Sólidos.

Cuadro 16. Se presenta la vinculación del proyecto con los artículos aplicables de la LGPGIR.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 40.- Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven...</p>	<p>En caso que se generen residuos peligrosos, estas serán colectados en un contenedor y llevados al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo, por lo que se cumplirá con esta disposición.</p>
<p>Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta ley [...]</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen en el proyecto serán manejados adecuadamente, de acuerdo con la normatividad aplicable.</p>
<p>Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, solicitando los manifiestos de entrega y disposición final, por lo que se cumplirá con esta disposición.</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	

2.3.5. Ley General de Vida Silvestre.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Cuadro 17. Artículos vinculantes al proyecto respecto de la Ley General de Vida Silvestre.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>En las actividades que se proyectan, se contempla realizar de manera previa el rescate de la flora y fauna de las áreas que se aprovecharán en la porción terrestre y en la porción marina.</p> <p>En la zona terrestre sólo se pretende ocupar la playa arenosa, en la que se registraron algunas palmas de coco (<i>Cocos nucifera</i>), las cuales serán rescatadas y trasladadas al vivero del hotel donde serán embolsadas y recibirán los cuidados necesarios. En cuanto a la fauna, no se registraron ejemplares susceptibles de rescate ya que solo se utilizará la playa arenosa, en la que solo se registraron aves, que se desplazan fácilmente.</p> <p>Por otro lado, en las áreas de aprovechamiento de la zona marina (correspondientes a las áreas de relleno de playa, de la modificación de la protecciones y de los arrecifes artificiales, así como en el</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
	<p>banco donde se extraerá la arena), se realizarán recorridos para rescatar a los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, corales, y esponjas. Estos serán trasladados a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p> <p>Las actividades de rescate de los organismos de fauna marina se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina que se anexa al presente (Anexo Técnico 4).</p>
<p>Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.[...]</p>	<p>El promovente se encuentra gestionando ante las autoridades competentes en los tres ámbitos de gobierno, las autorizaciones y licencias correspondientes.</p> <p>Como parte de la MIA-R, en el Capítulo VI se incluyen las medidas que se aplicarán para evitar afectaciones a la vida silvestre y que también serán retomadas en el Programa de Rescate de Flora y Fauna Terrestre y Marina que se presenta anexo a esta MIA-R.</p>
<p>Artículo 58. Correspondiente a las especies y poblaciones en riesgo.</p> <p>Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. b) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que 	<p>En la zona terrestre de aprovechamiento no se registraron especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>En las áreas de aprovechamiento de la zona marina, se realizarán recorridos para rescatar los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad para trasladarlos a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p> <p>En el área de desplante de los arrecifes artificiales, se registraron dos especies de corales de gorgonáceos como son <i>Plexaurella homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>, que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetos a protección especial. Estas especies solo se registraron en la estructura del norte y fueron raras.</p> <p>También se registraron dos especies de corales escleractinios, como son <i>Acropora</i></p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.</p> <p>c) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.</p>	<p><i>palmeta</i> y <i>A. cervicornis</i>, que están enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetos a protección especial. Estas se observaron en el SAR pero no se registraron dentro de los transectos de muestreo ni se registraron dentro del área de influencia indirecta.</p> <p>Por otra parte, en la playa del hotel arriban tres especies de tortugas marinas como son la tortuga blanca o verde (<i>Chelonia mydas</i>), la tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) y tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción.</p> <p>Con el proyecto se pretende recuperar la playa que se ha estado perdiendo a causa de la erosión. De esta manera, se garantiza que una vez que se termine el relleno de playa, se tendrá un área mayor de anidación, la cual se prevé estabilizará conforme pase el tiempo, lo cual resultará en un impacto positivo en las poblaciones de tortugas marinas.</p> <p>Una vez que se implemente el proyecto se realizará nuevamente el convenio con el Municipio de Solidaridad para llevar a cabo las actividades de protección de tortugas marinas, previa autorización de la Dirección General de Vida Silvestre.</p>
<p>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.</p>	<p>El predio “El Pirata” donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas posee vegetación de manglar mixto con tres especies como son <i>Rhizophora mangle</i>, <i>Laguncularia racemosa</i> y <i>Conocarpus erectus</i> y posee manglar rojo chaparro de <i>Rhizophora mangle</i>.</p> <p>El predio del hotel posee una superficie de 265,985.00m² de manglar mixto y 69,840.00m² de manglar rojo chaparro. Adicionalmente se restauró una superficie de 24,447.00 m² de vegetación de manglar mixto. Estas áreas con manglar se conservarán en su totalidad sin sufrir afectación alguna, dado que forman parte de las áreas de conservación del Hotel Grand Velas y Casa Velas.</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
	<p>Las obras contempladas en este proyecto solo se desplantarán en la porción de la playa arenosa del ecosistema terrestre y en el ecosistema marino, por lo que no se realizará ningún tipo de actividades en el manglar.</p> <p>En este sentido, el proyecto propuesto se ajusta a las especificaciones del Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre en cuanto a que no se realizará 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; y de la capacidad de carga natural del ecosistema.</p>
<p>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>A través de la presente MIA-R, el promovente se ha obligado de conformidad con lo que establece el presente artículo a hacerse responsable por los posibles daños causados a la vida silvestre o su hábitat. En esta MIA-R se presenta el estricto cumplimiento de este artículo y todas las disposiciones aplicables. Por lo anterior, y considerando las especies de vida silvestre y los hábitats que posee el área del proyecto, se considera implementar las medidas pertinentes para la prevención y mitigación de los impactos que pudiesen ocasionar las actividades propuestas.</p>

2.3.6. Ley general de Bienes Nacionales.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.

Cuadro 18. Artículos vinculantes del proyecto con respecto a la Ley General de Bienes Nacionales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>ARTÍCULO 4.- Los bienes nacionales estarán sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes respectivas. Esta Ley se aplicará a todos los bienes nacionales, excepto a los bienes</p>	<p>Parte de las actividades del proyecto se llevarán a cabo en bienes nacionales, por lo que se dará cumplimiento a todas las disposiciones que resulten aplicables en la materia, particularmente en los trámites de obtención de permisos,</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
regulados por leyes específicas. Respecto a estos últimos, se aplicará la presente Ley en lo no previsto por dichos ordenamientos y sólo en aquello que no se oponga a éstos.	autorizaciones y concesiones para realizar actividades en tales bienes.
<p>ARTÍCULO 7.- Son bienes de uso común: [...] III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar;</p> <p>IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales;</p> <p>V.- La zona federal marítimo terrestre;</p>	En esta disposición se identifican los bienes sobre los que se llevarán a cabo las actividades que se proponen, por lo que la promovente se sujetará a la regulación y normatividad aplicable a dichos bienes nacionales.
<p>ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará: I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba; [...]</p>	<p>El objetivo del proyecto es recuperar la playa que poseía el predio y la Zona Federal Marítimo Terrestre, que se ha ido perdiendo por los fenómenos erosivos y meteorológicos que han afectado la región.</p> <p>Para llevar a cabo las obras y actividades planteadas por el proyecto, se está solicitando su permiso para llevar a cabo estas en la zona federal marítimo terrestre, particularmente por lo que se refiere al relleno de la playa situada frente al Hotel Grand Velas y Casa Velas. De la misma forma, una vez que sea construido el proyecto se solicitará la concesión respectiva ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre.</p>

2.3.7. Ley de Puertos.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con la Ley de Puertos.

Cuadro 19. Vinculación del proyecto con la Ley de Puertos.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>ARTÍCULO 16.- La autoridad en materia de puertos radica en el Ejecutivo Federal, quien la ejercerá por conducto de la Secretaría, a la que, sin perjuicio de las atribuciones de otras dependencias de la Administración Pública Federal, corresponderá: [...]</p> <p>VII. Autorizar las obras marítimas y el dragado con observancia de las normas aplicables en materia ecológica; [...]</p>	El proyecto dará cumplimiento a esta disposición una vez que obtenga la autorización de impacto ambiental de esa DGIRA de la SEMARNAT, toda vez que ésta es requisito indispensable para la obtención de la autorización de obras marítimas y extracción de arena que será ocupada para la rehabilitación y recuperación de la playa.

2.3.8. Ley General de Cambio Climático.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Cuadro 20. Vinculación con la Ley General de Cambio Climático.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p> <p>I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;</p> <p>II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;</p> <p>IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;</p> <p>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</p> <p>XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</p> <p>XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales.</p>	<p>El cambio climático es una alteración en la variabilidad natural del clima ocasionado por las actividades antropogénicas. Como respuesta al cambio acelerado del clima, se esperan alteraciones globales sobre todos los ecosistemas; veranos más cálidos, eventos extremos más frecuentes y de mayor intensidad; y un aumento sobre el nivel del mar ocasionando la pérdida de terrenos cerca de la zona costera.</p> <p>Las actividades que se proponen constituyen una medida de mitigación a los efectos del cambio climático en la zona, ya que al colocar los arrecifes artificiales se pretende reducir la energía del oleaje y así evitar mayor erosión de la costa.</p> <p>Además de que con ellos se preservarán los ecosistemas de duna y manglar, lo que coadyuvará con el mantenimiento de los servicios ambientales que prestan estos.</p> <p>Los arrecifes pueden ser modificados para ser adaptados de forma relativamente fácil si en algunos años adelante se decide que la protección que ofrecen ya no es suficiente, debido a los efectos del cambio climático.</p>

2.3.9. Reglamentos de las Leyes.

Del análisis realizado de los diversos instrumentos normativos aplicables al proyecto se concluyó que le son igualmente aplicables algunos supuestos del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, por lo que a continuación se presenta la vinculación del proyecto con los mismos:

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental.

Cuadro 21. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</p> <p>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.</p> <p>R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:</p> <p>I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y</p> <p>S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:</p> <p>Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación,</p> <p>U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS:</p> <p>IV. Construcción o instalación de arrecifes artificiales u otros medios de modificación del hábitat para la atracción y proliferación de la vida acuática.</p>	<p>Con la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por este criterio.</p> <p>En el proyecto se pretenden realizar actividades de recuperación de playa y arrecifes artificiales en un ecosistema costero, que vienen incluidas en los incisos Q y U de este artículo.</p> <p>Las actividades que se proponen, se realizarán en la zona federal marítimo terrestre, por lo que se enmarcan en el inciso R.</p> <p>Las obras de los arrecifes artificiales quedan dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, por lo que están incluidas en el inciso S, y se hizo la vinculación correspondiente de su apego al Decreto de dicha ANP.</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: [...]</p> <p>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada;</p>	<p>El proyecto contempla un conjunto de obras que se llevarán a cabo en la misma región ecológica que es el Sistema Ambiental Regional Punta Xcalacoco-Punta Maroma, por lo que le corresponde presentar una MIA-R.</p>
<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental. 	<p>Esta MIA-R cumple con todas los requisitos establecidos en este artículo.</p>

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Cuadro 22. Vinculación con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
ARTÍCULO 31.- [...] Cuando se pretendan realizar obras en la zona federal marítimo terrestre, en los terrenos ganados al mar o en el predio colindante con dichos bienes ya sea directamente o a través de filiales o empresas del mismo grupo y alcancen una inversión de cuando menos doscientas mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, la Secretaría podrá otorgar un permiso hasta por dos años para la realización de las mismas, en la parte de terrenos de su competencia; dicho término podrá prorrogarse por un término igual al establecido [...]	Una vez que el proyecto sea autorizado en materia de impacto ambiental se gestionará y obtendrá la autorización para realización de obras en la ZOFEMAT conforme a este artículo.
ARTÍCULO 55.- De conformidad con lo dispuesto en el segundo párrafo del artículo 5o. de este Reglamento, compete a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, otorgar concesiones, permisos y autorizaciones para el uso, aprovechamiento, ocupación y construcción de obras en el mar territorial, en las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, a cualquier depósito que se forme con aguas marítimas, lacustres o fluviales cuando formen parte de los recintos portuarios o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles y demás instalaciones a las que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos [...]	Una vez que sea autorizado el proyecto en materia de impacto ambiental, la promovente gestionará y obtendrá los permisos necesarios ante la SCT para llevar a cabo las obras en mar territorial, en las playas y en la zona federal marítimo terrestre, cumpliendo con esta disposición legal.

2.3.10. Normas Oficiales Mexicanas.

Conforme al artículo 37 bis de la LGEEPA, las NOM's en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional. Existen diferentes NOM's que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, entre otras materias. El proyecto propuesto cumplirá en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción, y operación) con la normatividad que le es aplicable.

Cuadro 23. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

FLORA Y FAUNA	
<p>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.</p>	<p>En la zona terrestre de aprovechamiento no se registraron especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>En las áreas de aprovechamiento de la zona marina, se registraron dos especies de corales de gorgonáceos como son <i>Plexaurella homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>, que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetos a protección especial. Estas especies solo se registraron en la zona donde potencialmente estará el arrecife artificial del norte y fueron raras, es decir, se registró sólo 1 ejemplar de cada especie.</p> <p>También se registraron dos especies de corales escleractinios, como son <i>Acropora palmata</i> y <i>A. cervicornis</i>, que están enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetos a protección especial. Estas se observaron en el SAR, y en el parche de rompiente arrecifal que se ubica en la zona de influencia indirecta del proyecto, ubicado frente al hotel Mayakoba. Estas dos especies sólo se observaron, fuera de los transectos de muestreo.</p> <p>Por otra parte, en la playa del hotel arriban tres especies de tortugas marinas como son la tortuga blanca o verde (<i>Chelonia mydas</i>), la tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) y tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción.</p>
<p>NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento, sustentable y</p>	<p>Si bien existe una zona de manglar ubicada al oeste de donde estará el proyecto que se someten a</p>

FLORA Y FAUNA	
restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	evaluación, ésta no será afectada por el proyecto, ya que únicamente se prevén actividades en la playa frente al predio.
NOM-162-SEMARNAT-2012. Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	<p>Una vez que se implemente el proyecto se realizará un convenio con el Municipio de Solidaridad para llevar a cabo las actividades de protección de tortugas marinas, previa aprobación del Plan de Manejo y autorización de la Dirección General de Vida Silvestre.</p> <p>Se llevarán a cabo actividades de reubicación, traslado y trasplante de huevos, marcaje de nidos, protección de nidadas in situ, revisión de hembras y liberación de las crías.</p> <p>Para llevar a cabo estas actividades se acatarán los lineamientos establecidos en esta norma para la protección, recuperación y manejo de los nidos. El promovente es responsable solidario de que las actividades se lleven a cabo conforme a lo establecido en esta norma, lo cual será informado en los reportes que solicite la SEMARNAT.</p> <p>El municipio obtendrá las autorizaciones respectivas para llevar a cabo estas actividades, lo cual será informado a la SEMARNAT.</p>
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen durante la construcción del proyecto.

A continuación se hace una descripción más detallada del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas relativas a la flora y la fauna.

Vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010

En este apartado se presenta el análisis técnico-ambiental de la afectación que podría ocasionar el proyecto sobre el hábitat de las especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en sus poblaciones, en los patrones de distribución, alimentación, reproducción y comportamiento; así como la capacidad de los ecosistemas de soportar los impactos ambientales. Las especies registradas en el área del proyecto que se encuentran catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 son las siguientes:

- Tortugas marinas.
- Corales.
- Manglar.

Tortugas marinas

Como se ha señalado, el proyecto creará un ambiente propicio para el desove y nacimiento de tortugas marinas. La playa del hotel se ha estado erosionando, lo cual reduce las posibles áreas de anidación de las tortugas marina.

El relleno de playas se llevará a cabo con arena proveniente de un banco ubicada en la misma zona, cuya granulometría y composición química son sumamente parecidas a las de la arena de las playas de la región. El relleno incrementará el ancho y la profundidad de la playa sin generar áreas demasiado compactas, con baja capacidad de intercambio gaseoso o con temperaturas diferentes a las que se presentan en playas naturales de la región.

Asimismo, las actividades de enriquecimiento de la duna restaurada se realizarán únicamente con especies nativas arbustivas y herbáceas, que no generan raíces que puedan dañar los huevos o dificultar la excavación de nidos.

De esta manera, el proyecto generará hábitat adecuado para la reproducción de las tortugas marinas, lo cual podrá resultar en un impacto positivo en sus poblaciones y aumentar la capacidad de la playa de soportar diversos impactos ambientales negativos que pudieran comprometer la supervivencia de organismos de estas especies.

Corales.

De acuerdo con la caracterización marina del proyecto, se registraron cuatro especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SAR del proyecto.

Cuadro 24. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que están presentes en el SAR del proyecto.

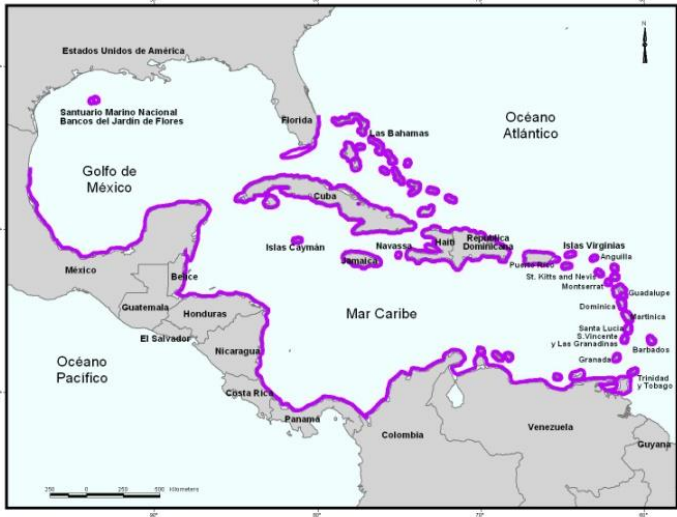
Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución en la zona de estudio	
Corales duros (escleractinios)	<i>Acropora palmata</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	SAR	Rompiente arrecifal (Escasa)
				Estructura coralina (Común)
				Laja con pedacería (Escasa)

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución en la zona de estudio	
	<i>Acropora cervicornis</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	Sección I	Rompiente arrecifal (presencia)
			Sección I	Rompiente arrecifal (presencia)
Corales blandos (gorgonáceos)	<i>Plexaellura homomalla</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	SAR	Rompiente arrecifal (Escasa)
				Laja con pedacería (Común)
				Laja con gorgonáceos (Común)
				Laja con macroalgas (Escasa)
	Sección I	Laja con macroalgas (Escasa)		
	Desplante	Arrecife artificial Norte (Raro)		
	<i>Plexaurella dichotoma</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	SAR	Pastos marinos (Escasa)
Sección I				Laja con macroalgas (Rara)
Desplante				Arrecife artificial central (raro)

A continuación, se presenta una ficha por cada especie con el análisis técnico-ambiental de la posible afectación del proyecto.

Cuadro 25. Ficha de *Acropora palmata*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

Especie:	<i>Acropora palmata</i>
Nivel de protección:	Pr (Sujeta a protección especial)
Distribución en el SAR	Se registró en la rompiente arrecifal, en la estructura arrecifal y sobre laja con pedacería en el SAR. También se registró en la rompiente arrecifal de la sección 1, es decir en el área de influencia indirecta del proyecto.
Hábitat de la especie	Esta especie de desarrolla en las partes someras de los arrecifes (0-5 m profundidad), de modo que su función como constructores arrecifales determina en gran medida la formación de la zona más elevada de la estructura conocida como cresta arrecifal. Esta especie fue muy escasa en todo el SAR. Durante todas las actividades del proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por los canales permitidos fuera de zonas arrecifales. Para el traslado de la arena del banco hacia la playa, se estableció una ruta de navegación en la zona del cantil, que se encuentra retirada de las estructuras arrecifales, para evitar cualquier afectación.
Población de la especie	Las colonias de <i>Acropora palmata</i> que se encuentran dentro del SAR forma parte de una misma metapoblación que abarca toda el área del Caribe, incluyendo las costas de Quintana Roo, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Cuba, Miami, Republica Dominicana, Haití, Jamaica y las Antillas menores (Acropora Biological Review Team, 2005; Baums <i>et al.</i> , 2005, 2006 y 2006b). Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto adverso significativo sobre la población de la especie <i>Acropora palmata</i> .
Patrón de distribución de la especie	El patrón de distribución de la especie <i>Acropora palmata</i> abarca el Golfo de México y el Mar Caribe (Acropora Biological Review Team, 2005 y PACE Acroporas, CONANP, 2009). Dada la dimensión del

Especie:	<i>Acropora palmata</i>
	<p>proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto adverso significativo sobre la población de la especie <i>Acropora palmata</i>.</p>  <p style="text-align: center;">Tomado del PACE-Acroporas, CONANP, 2009.</p>
Alimentación, reproducción y comportamiento	<p>En cuanto a la alimentación, esta especie cubre sus requerimientos mediante 2 fuentes: autótrofa (mediante la acción fotosintética de sus algas simbiotas) y heterótrofa (captura de plancton mediante los tentáculos e ingerido por el pólipo) (Porter, 1976).</p> <p>Ambos procesos de alimentación podrían verse alterados por el proyecto debido a la generación de sedimentos en el área inmediata a las colonias. Por un lado, las partículas en suspensión reducen la transparencia de agua, y por tanto la penetración lumínica, lo cual puede afectar el proceso fotosintético. Por otro lado, esas partículas en suspensión pueden reducir la capacidad de los pólipos para atrapar las partículas del plancton al quedar cubiertos por el sedimento, generando en las colonias una producción excesiva de moco como defensa. Sin embargo, se contempla colocar mallas antidispersión en los sitios donde se podrían generar sedimentos, por lo que la función de alimentación no se verá afectada por el proyecto.</p> <p>Las especies del género <i>Acropora</i> son hermafroditas simultáneas con un ciclo anual de gametogénesis. En cuanto a la época de reproducción, esta especie libera sus gametos a finales del verano, los cuales flotan, de modo que en la superficie del agua se lleva a cabo la fecundación externa, y posteriormente la larva pasa a formar parte del plancton. Sin embargo, de manera particular existen observaciones detalladas sobre la reproducción de las especies del género <i>Acropora</i> en donde se han registrado dos eventos reproductivos al año, siendo uno entre julio y agosto, y otro tardío en el mes de septiembre; esta liberación sincrónica de gametos ocurre unos días después de la luna llena de estos 3 meses, durante la noche, entre las 9 y 10 pm (CONANP, 2009).</p>

Especie:	<i>Acropora palmata</i>
	<p>Considerando lo anterior, y que las obras que se proponen estarán alejadas de los arrecifes, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p> <p>La especie <i>A. palmata</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el SAR.</p>
Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SAR (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacera, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>A. palmata</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>Además se colocarán arrecifes artificiales como promotores de nuevos hábitats para diferentes organismos marinos, y un sustrato disponible para la fijación de larvas de coral de esta especie; por lo que se espera que en el mediano y largo plazo la especie tenga una mayor presencia en la zona al incrementar su cobertura y rango de distribución dentro del SAR.</p> <p>Asimismo, en el proyecto se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los arrecifes artificiales lo que proveerá un sitio con mayor diversidad biológica y hábitats que puede ser utilizado por las larvas de esta especie. El trasplante con esta especie se ha probado en proyectos específicos que es eficiente y exitoso de realizarse, tanto por instituciones académicas (INAPESCA de Puerto Morelos), CONANP (Museo subacuático), y por Asociaciones Civiles.</p>

Cuadro 26. Ficha de *Acropora cervicornis*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

Especie	<i>Acropora cervicornis</i>
Nivel de protección	Pr (sujeta a protección especial)
Distribución en el SAR	Se registró en la rompiente arrecifal de la sección 1, es decir en el área de influencia indirecta del proyecto.
Hábitat de la especie	Se le encuentra en la parte media o superior de la pendiente del arrecife anterior y en la laguna arrecifal. Se distribuye de 3 a 15 m de profundidad, desde la cresta hasta los costados del arrecife tanto en el anterior como en el posterior. Aguas poco profundas entre el trópico de cáncer y el trópico de capricornio, con temperaturas superiores a los 20 °C y aguas transparentes que permitan el paso de la luz.


Especie	<i>Acropora cervicornis</i>
Población de la especie	<p>Las colonias de <i>Acropora cervicornis</i> que se encuentran dentro del SAR forma parte de una misma metapoblación que abarca toda el área del Caribe, incluyendo las costas de Quintana Roo, Belice, Costa Rica, Cuba, EUA, al sur de Florida, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, y Republica dominicana. Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Acropora cervicornis</i>.</p>
Patrón de distribución	<p>El patrón de distribución de la especie <i>Acropora cervicornis</i> abarca el Golfo de México y el Mar Caribe (Acropora Biological Review Team, 2005 y PACE Acroporas, CONANP, 2009). Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de esta especie.</p> <div data-bbox="613 779 1317 1314" data-label="Figure"> <p>The map displays the distribution of <i>Acropora cervicornis</i> in Mexico. It features a legend with three categories: 'Suroeste del Golfo de México' (pink), 'Banco de Campeche' (green), and 'Mar Caribe' (blue). The map shows the Gulf of Mexico to the west and the Caribbean Sea to the east. Key locations marked include Isla Lobos, Tuxpan, Veracruz, A. Lizardo, Banco de Campeche, Triángulos, Cayo Arcas, Cayo Arenas, Alacranes, Isla Contoy, Cancún, Banco Apawsmith, Cozumel, San Ka'an, and Banco Chinchorro. State boundaries for Veracruz, Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Chiapas, Guatemala, and Belice are also indicated. A scale bar and coordinate grid are present at the bottom of the map.</p> </div> <p>Se muestra la distribución de la especie en México. Tomado del PACE-Acroporas, CONANP, 2009.</p>

Especie	<i>Acropora cervicornis</i>
Alimentación, reproducción y comportamiento.	<p><i>Acropora cervicornis</i>, al igual que muchos otros corales, presenta una relación simbiótica única con las algas zooxantelas. Estas algas microscópicas viven al interior del cuerpo de los pólipos ayudando a su crecimiento. Como estas algas requieren luz para fotosintetizar, la intensidad luminosa de la columna de agua juega un papel muy importante en la selección del sitio por parte del pólipo. El carbono pasa por las algas al coral incrementando la energía y el alimento capturado por el coral puede proveerle de nitrógeno y fósforo para ambos organismos.</p> <p><i>Acropora cervicornis</i> se reproduce tanto sexual como asexualmente. La primera etapa de la reproducción es sexual, la cual ocurre cuando millones de espermatozoides son liberados al medio. La liberación de gametos se produce durante el mes de agosto. Algunos de estos gametos son atraídos al interior de otros pólipos cercanos. Los huevos producidos por los pólipos son fertilizados, desarrollando una larva que flota libremente en la columna de agua. Esta larva se llama plánula, es pequeña y tiene forma de bulbo. La larva cambia constantemente de forma mientras se encuentra flotando a la deriva. Tiene la boca en la parte más ancha, la parte terminal superior. Presenta cilios que baten constantemente, lo que le permite mantenerse en la superficie. Las plánulas que sobreviven a los predadores se establecen sobre un sustrato adecuado mediante un disco de fijación. Una vez sobre el sustrato, comienzan a secretar una sustancia blanca con la que forman el esqueleto externo, se cementan al sustrato, empiezan a desarrollar tentáculos y a crecer para formar pólipos maduros. Una vez que el esqueleto está formado, los pólipos fundadores o pólipos sexuales comienzan a multiplicarse por métodos asexuales. <i>Acropora</i> forma ramas, las cuales se convierten en pólipos hijos formándose como pequeños capullos.</p> <p>Considerando lo anterior, y que las obras que se proponen estarán alejadas de los arrecifes, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p> <p>La especie <i>A. cervicornis</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el SAR.</p>
Capacidad de los ecosistema para no comprometer la supervivencia de la especie	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SAR (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacaría, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>A. cervicornis</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación,</p>

Especie	<i>Acropora cervicornis</i>
	<p>reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>Además se colocarán arrecifes artificiales como promotores de nuevos hábitats para diferentes organismos marinos, y un sustrato disponible para la fijación de larvas de coral de esta especie; por lo que se espera que en el mediano y largo plazo la especie tenga una mayor presencia en la zona al incrementar su cobertura y rango de distribución dentro del SAR.</p> <p>Asimismo, en el proyecto se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los arrecifes artificiales lo que proveerá un sitio con mayor diversidad biológica y hábitats que puede ser utilizado por las larvas de esta especie. El trasplante con esta especie se ha probado en proyectos específicos que es eficiente y exitoso de realizarse, tanto por instituciones académicas (INAPESCA de Puerto Morelos), CONANP (Museo subacuático), y por Asociaciones Civiles.</p>
Nota	<p>Como parte de la comunidad arrecifal, estabiliza la playa, protege la zona costera y forma parte de la zona de crianza, alimentación y refugio de muchas especies de peces arrecifales.</p>

Cuadro 27. Ficha de *Plexaura homomalla*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

Especie:	<i>Plexaura homomalla</i>
Nivel de protección:	Pr (Sujeta a protección especial)
Distribución en el SAR	<p>Se registró en zonas de laja con gorgonáceos, laja con macroalgas, laja con pedacería y en la rompiente arrecifal del SAR.</p> <p>También se registró en la zona de laja con gorgonáceos de la Sección 1, que corresponde al área de influencia indirecta del proyecto y en el área de desplante donde se propone el arrecife artificial ubicado al norte (raro). La categoría de raro se atribuyó dado que solamente se observó 1 ejemplar.</p>
Hábitat de la especie	<p>El hábitat en el que se desarrollan las colonias de este gorgonáceo de la especie <i>P. homomalla</i> se encuentra en la parte somera de los arrecifes del Mar Caribe, en las áreas agitadas pero protegidas de oleaje y marejada muy fuerte, características que se encuentran en la zona del Arrecife Posterior, cuando existe una barrera bien formada (Jordán, 1977).</p> <p>La forma de la colonia sufre un cambio conforme el grado de energía en el movimiento del agua aumenta. Este cambio va de forma de arbusto a forma de candelabro.</p>
Población de la especie	<p>La definición de poblaciones para la especie <i>Plexaura homomalla</i> no está bien definida, aunque se conoce que su distribución ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe (Jordán, 1977b).</p>

Especie:	<i>Plexaura homomalla</i>
<p>Patrón de distribución de la especie</p>	<p>Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Plexaura homomalla</i>.</p> <p>El patrón de distribución de la especie <i>Plexaura homomalla</i> ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe. Chávez-Ortíz (2002) reportan que la especie se distribuye principalmente en los arrecifes de la costa Este de la Península de Yucatán, en los arrecifes de la Sonda de Campeche y en los arrecifes del SW del Golfo de México.</p>  <p>Tomado de Chávez-Ortíz (2002c).</p>
<p>Alimentación, reproducción y comportamiento</p>	<p>Dada la dimensión del proyecto, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de esta especie.</p> <p>En cuanto a la alimentación, esta especie cubre sus requerimientos de manera heterótrofa (captura de plancton mediante los tentáculos e ingerido por el pólipo) (Porter, 1976). Este proceso de alimentación podría verse alterado por el proyecto debido a la generación de sedimentos en el área inmediata a las colonias, ya que pueden reducir la capacidad de los pólipos para atrapar las partículas del plancton al quedar cubiertos por el sedimento. La colocación de las mallas de antidispersión en las zonas que se requieran, se prevé que evitará esta perturbación, por lo que la función de alimentación no se verá afectada por el proyecto.</p> <p>En cuanto a los aspectos reproductivos se tiene que <i>P. homomalla</i> es una especie dioica, con un ciclo reproductivo anual entre los meses de julio y agosto (20 a 25 días), con fecundación externa. Los óvulos maduros fertilizados dan origen a una plánula, la cuales pueden dispersarse con las corrientes. La edad de maduración sexual se alcanza entre los 4 y 11 años (entre 25 y 35 cm de altura). (Martín, 1981)</p> <p>Las obras que se proponen estarán alejadas de las zonas arrecifales, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p>

Especie:	<i>Plexaura homomalla</i>
	<p>La especie <i>P. homomalla</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el área de estudio.</p>
Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SAR (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacera, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>P. homomalla</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>Cabe señalar que se registraron algunas colonias en el área de desplante de uno de los arrecifes, sin embargo, estas serán rescatadas de manera previa al inicio de obras.</p> <p>Además se colocarán arrecifes artificiales como promotores de nuevos hábitats para diferentes organismos marinos, y un sustrato disponible para la fijación de las plánulas de esta especie; por lo que se espera que en el mediano y largo plazo la especie tenga una mayor presencia en la zona al incrementar su cobertura y rango de distribución dentro del SAR.</p> <p>Asimismo, en el proyecto se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los arrecifes artificiales lo que proveerá un sitio con mayor diversidad biológica y hábitats que puede ser utilizado por las plánulas de esta especie.</p>

Cuadro 28. Ficha de *Plexaurella dichotoma*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

Especie	<i>Plexaurella dichotoma</i>
Nivel de protección	Pr (sujeta a protección especial)
Distribución en el SAR	<p>Esta especie se registró en las praderas de pastos marinos dentro del SAR, donde es escasa.</p> <p>También se detectó en la zona de laja con macroalgas de la Sección I y en el área de desplante donde se propone el arrecife del centro (raro). La categoría de raro se atribuyó dado que solamente se observó 1 ejemplar.</p>
Hábitat de la especie	<p>Suelen habitar en sustratos rocosos o fondos blandos, con su base enterrada en el sedimento, en suelos arenosos o grietas de rocas. Entre 1 y 68 m de profundidad, y en un rango de temperatura entre 20.51 y 27.8° C.</p>

Especie	<i>Plexaurella dichotoma</i>
Población de la especie	<p>La definición de poblaciones para la especie <i>Plexaura homomalla</i> no está bien definida, aunque se conoce que su distribución ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe.</p> <p>Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Plexaurella dichotoma</i>.</p>
Patrón de distribución	<p>Se distribuyen en aguas tropicales del océano Atlántico occidental; en Florida, Golfo de México, el Caribe y Brasil.</p>
Alimentación, reproducción y comportamiento.	<p>Gorgonia de tallos gruesos y ramificación dicotómica. Las puntas de las ramas son alargadas. Las aberturas de los pólipos se encuentran ligeramente levantadas. Color café claro.</p> <p>Las colonias son dicotómicamente ramificadas y tupidas, de hasta 80 cm de altura. Las ramas finales son rígidas y romas, a veces con forma de maza en sus extremos; 10-15 mm de diámetro. Dependiendo del hábitat, las ramas pueden ser cortas y torcidas o largas y rectas. Las aberturas, de 1-1.5 mm de diámetro, suelen estar ligeramente elevadas, pero también pueden estar a nivel con la superficie; estrecho y rajado.</p> <p>Para esta especie, sus principales depredadores son los caracoles <i>Cyphoma gibbosum</i> (caracol lengua de flamenco) y <i>Cyphoma signatum</i>.</p> <p>Se reproducen asexualmente mediante fragmentación, y sexualmente, lanzando al exterior sus células sexuales. En este tipo de reproducción, la mayoría de los corales liberan óvulos y espermatozoides al agua, siendo por tanto la fecundación externa. Los huevos, una vez en el exterior, permanecen a la deriva arrastrados por las corrientes varios días, más tarde se forma una larva plánula que, tras deambular por la columna de agua marina, se adhiere al sustrato y comienza su vida sésil, metamorfoseándose a pólipo, replicándose después por gemación, generando un esqueleto, y dando origen así a la colonia coralina.</p>
Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SAR (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacaría, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>P. dichotoma</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>Además se colocarán arrecifes artificiales como promotores de nuevos hábitats para diferentes organismos marinos, y un sustrato</p>

Especie	<i>Plexaurella dichotoma</i>
	<p>disponible para la fijación de las plánulas de esta especie; por lo que se espera que en el mediano y largo plazo la especie tenga una mayor presencia en la zona al incrementar su cobertura y rango de distribución dentro del SAR.</p> <p>Asimismo, en el proyecto se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los arrecifes artificiales lo que proveerá un sitio con mayor diversidad biológica y hábitats que puede ser utilizado por las plánulas de esta especie.</p>

Vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

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

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

De acuerdo con lo anterior, es de observancia para el hotel en el caso que se lleven a cabo actividades de protección de tortugas marinas en coordinación con el Municipio de Solidaridad. Lo anterior se realizaría en la etapa operativa del proyecto.

El hotel realizará un convenio con el Municipio de Solidaridad para formar parte del Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas de las Playas del Municipio de Solidaridad, que es ejecutado por parte del personal por la Dirección de Medio Ambiente del H. ayuntamiento de Solidaridad que tramita de manera anual el Plan de Manejo para llevar a cabo estas actividades. El personal del municipio está a cargo de las actividades del programa referido, que incluyen la reubicación, traslado y trasplante de huevos, marcaje de nidos, protección de nidadas *in situ*, revisión de hembras y liberación de las crías.

Para llevar a cabo estas actividades se acatarán los lineamientos establecidos en esta norma para la protección, recuperación y manejo de los nidos. El promovente es responsable solidario de que las actividades se lleven a cabo conforme a lo establecido en esta norma, lo cual será informado en los reportes que solicite la SEMARNAT.

El municipio obtendrá las autorizaciones respectivas para llevar a cabo estas actividades, lo cual será informado a la SEMARNAT. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las especificaciones establecidas en la NOM-162-SEMARNAT-2012

5. Especificaciones generales	Vinculación con el proyecto
<p>5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:</p>	<p>Se seguirán las especificaciones que marca la norma.</p>
<p>5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.</p>	<p>El proyecto que se propone se está sometiendo a autorización en materia de impacto ambiental, y también cumplirá con lo establecido en esta norma.</p>
<p>5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.</p>	<p>Los arrecifes artificiales y protecciones modificadas quedan en la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual solo cuenta con decreto y no se han establecido accesos al hábitat de anidación.</p>
<p>5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</p> <p>5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</p> <p>5.4.2 Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</p> <p>5.4.3 Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto móvil que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <p>5.4.4 Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</p> <p>5.4.5 Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <p>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</p>	<p>Se contempla tomar las medidas referidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No se removerá la vegetación nativa de la duna restaurada, ni la introducción de especies exóticas invasoras. 2. Se mantendrá la vegetación de duna existente, solo se considera realizar su enriquecimiento con plantas nativas en las áreas que han sido afectadas por los procesos erosivos. Como se ha mencionado, no hay fuentes de arena en la zona, por lo que se propone realizar el relleno de playa. La playa resultante será dinámica y puede estar sujeta a periodos de pérdida y recuperación a lo largo del año. 3. Durante la temporada de anidación se retirará de la playa cualquier objeto que pueda impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. 4. La iluminación de los edificios del hotel no incidirá sobre la playa.

5. Especificaciones generales	Vinculación con el proyecto
b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	Durante la temporada de anidación no se realizarán las actividades de relleno de playa, por lo que no se prevé el paso de vehículos.

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El hotel realizará un convenio con el Municipio de Solidaridad para participar en el Programa de Protección de las Tortugas Marinas que es ejecutado por parte del personal por la Dirección de Medio Ambiente del H. ayuntamiento de Solidaridad, quienes obtienen de manera anual la autorización de aprovechamiento no extractivo ante la Dirección General de Vida Silvestre.
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	El proyecto no se encuentra en una playa de anidación dentro de un área natural protegida. Sólo los arrecifes artificiales que se proponen en la zona marina quedan dentro de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	Se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones durante la anidación de las tortugas marinas.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o in situ b) Vivero o Corral (por excepción)	El personal del municipio determinará si es necesario realizar la reubicación de los nidos al corral de anidación, sino se dejará en el sitio. La reubicación de los nidos se realizará en caso de que éste se encuentre en riesgo de inundación o depredación.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o	

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.</p>	<p>En caso de que ocurra algún evento meteorológico, se aplicarán lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo.</p>
<p>6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:</p>	<p>En coordinación con el personal del Municipio se realizarán recorridos a pie por la playa para revisar los nidos.</p>
<p>6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.</p>	<p>No se contempla el uso de vehículos para realizar recorridos de monitoreo.</p>
<p>6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos</p>	
<p>6.7 Incubación natural o in situ</p>	
<p>6.7.1 Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.</p>	<p>El municipio de Solidaridad contará con su Plan de Manejo respectivo aprobado por la Dirección General de Vida Silvestre.</p>
<p>6.7.2 En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.</p>	<p>En el caso de incubación <i>in situ</i> se marcarán los nidos con estacas, sin dañar los huevos y permitiendo el nacimiento de las crías.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
6.7.3 En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.	En la playa se vigilará que los nidos y crías no sean atacados por depredadores, y en su caso se tomarán las medidas necesarias para evitar su depredación.
6.7.4 Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.	El personal del Municipio en colaboración con el del hotel, realizará el monitoreo constante de los huevos y las crías, para evitar su depredación.
6.7.5 Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.	Se permitirá que las crías de los nidos en sitio emerjan y se desplacen por la playa hasta llegar al mar.
6.7.6 En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	Se cumplirá con esta medida, ya que se extraerá todo el contenido de los nidos y en su caso las crías rezagadas.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción)	
6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	En el predio se instalará un vivero corral para los nidos que se reubiquen, para ello el Municipio de Solidaridad contará con un Plan de Manejo, que será sometido a evaluación de la DGVS para obtener la autorización de aprovechamiento no extractivo.
6.8.2 Construcción del vivero o corral.	
<p>6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente:</p> <p>Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas.</p> <p>Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos.</p> <p>Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.</p>	El corral de anidación que se instale estará lejos del mar, se colocará en una zona libre de vegetación, troncos, rocas etc. y se situará a una distancia mayor a 1.0 m sobre el nivel de pleamar máxima.
6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o	El tamaño del corral se calculará con base al número de nidadas que se han presentado en temporadas previas.

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m².</p> <p>6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm.</p>	<p>Será cercado perimetralmente con una malla de 2.0 m de altura, que será enterrada para evitar la depredación y saqueo de los nidos.</p>
<p>6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m².</p>	<p>Se respetará la densidad establecida.</p>
<p>6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.</p>	<p>Se acatará lo establecido en esta medida.</p>
<p>6.8.3 Colecta de Nidadas</p>	
<p>6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química</p>	<p>Durante el manejo de los huevos, se seguirán las indicaciones.</p>
<p>6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras:</p> <p>Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada.</p> <p>Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido <i>in situ</i>.</p>	<p>La colecta de las nidadas se realizará como lo establece esta medida.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.</p>	<p>Se realizará la colecta, transporte y siembra de las nidadas en el tiempo especificado.</p>
<p>6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.</p>	<p>Se realizará la reubicación de los nidos en la misma playa del predio. Estas actividades se llevarán a cabo una vez que se conforme la playa propuesta.</p>
<p>6.8.4 De la Siembra de Nidadas</p> <p>Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento:</p> <p>a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido.</p> <p>b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total</p> <p>c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación.</p> <p>d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas</p> <p>e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado.</p> <p>f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.</p>	<p>Se seguirá el procedimiento indicado para el sembrado de las nidadas.</p>
<p>6.8.5 Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral</p>	
<p>6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y</p>	<p>Se colocará el cerco de tela de alambre para el conteo de las crías.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente.</p> <p>6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje.</p> <p>Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.</p> <p>6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.</p> <p>6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.</p> <p>6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.</p> <p>6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo. b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros. c) Por eventos de contaminación de carácter temporal. <p>En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el</p>	<p>Las crías serán liberadas inmediatamente después que han salido a la superficie y estén activas, para ello se depositarán en un recipiente seco y se trasladarán a la zona húmeda de la playa.</p> <p>En la liberación se permitirá que las crías se desplacen por la arena húmeda y entren al mar.</p> <p>Las liberaciones se realizarán en puntos diferentes de la playa y no se retendrán crías, salva en casos señalados.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.</p>	
<p>6.8.6 De la Revisión de Nidos</p>	
<p>6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido. b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie. c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido. <p>6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.</p> <p>6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón. b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4. <p>6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.</p>	<p>Se realizará la revisión de los nidos para el rescate de las crías rezagadas y la evaluación de la incubación y eclosión conforme a lo señalado.</p> <p>Asimismo se seguirán las indicaciones en caso de que se registren crías vivas o huevos no eclosionados.</p>
<p>6.8.7 De la limpieza de nidos.</p>	

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.</p> <p>6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.</p>	<p>Una vez que se revisen los nidos se sacarán los restos y se enterrarán fuera del corral.</p> <p>Después de la limpieza de los nidos, se dejarán abiertos para su desinfección.</p>
<p>6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.</p>	
<p>6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:</p>	<p>Las actividades de observación cumplirán con las especificaciones señaladas.</p>
<p>6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:</p> <p>6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.</p> <p>6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.</p> <p>6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.</p>	<p>Durante las actividades de observación de tortugas marinas se realizarán conforme a lo establecido en estas especificaciones.</p>
<p>6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:</p> <p>6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.</p> <p>6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.</p> <p>6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.</p>	<p>El personal del Municipio y del hotel vigilará que las actividades de observación se realicen sin manipular o molestar a las tortugas marinas. Los recorridos se realizarán en grupos no mayores a 10 visitantes y a intervalos de 30 minutos, no se tomarán fotografías con flash, no se utilizarán fuentes de iluminación y los visitantes permanecerán alejados a un mínimo de 10 m de la tortuga y en silencio.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
<p>6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.</p> <p>6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.</p> <p>6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.</p> <p>6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.</p> <p>6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.</p> <p>6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías <i>in situ</i>, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.</p> <p>6.9.3.10 Las crías nacidas tanto <i>in situ</i> como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.</p> <p>6.9.3.11 Que, durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.</p>	<p>Asimismo, se indicará a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y las indicaciones para la liberación de crías.</p>
<p>6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.</p>	<p>Los visitantes seguirán las indicaciones del personal del Municipio y del hotel durante las actividades de observación de las tortugas marinas.</p>

5. Especificaciones de manejo	Vinculación con el proyecto
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	Se proporcionarán las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y adultos mayores.

Medidas.

Con la finalidad de proteger posibles áreas de anidación de las tortugas marinas y a las hembras que se acerquen a la costa en la temporada de desove, y bajo la condición de que el proyecto que se plantea está encaminado a la rehabilitación de la playa que es el hábitat de las tortugas marinas, se realizará lo siguiente:

- ✓ Las actividades de extracción, bombeo de arena y relleno de playa se llevarán a cabo fuera de la temporada de anidación con el fin de evitar afectaciones a estos organismos.
- ✓ En el área de playa se mantendrán las condiciones que permitan el arribo de las tortugas marinas conservando el área libre de maquinaria, equipo y residuos, así como de cualquier fuente de iluminación que pudiera afectar su arribo durante la temporada de anidación. De la misma forma, no se permitirá el paso de vehículos, caballos ni cuatrimotos.
- ✓ Se coordinarán acciones de vigilancia y protección de estas especies y de sus sitios de anidación mediante recorridos diurnos y nocturnos por parte del personal de vigilancia, se registrarán ejemplares varados o en malas condiciones de salud.
- ✓ Se vigilará que no se introduzca fauna feral, que pueda saquear los nidos, comerse los huevos y matar las crías de tortugas.
- ✓ Se proyecta construir los arrecifes artificiales continuando la misma línea del arrecife natural, y estos tendrán separaciones de 25.0 m, por donde podrían pasar las tortugas.
- ✓ La arena de reemplazo será similar (tamaño de grano, contenido de materia orgánica) a la arena de la playa original, a fin de mantener las condiciones de la playa aptas para la incubación de huevos de tortuga marina.
- ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos.
- ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas.
- ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.
- ✓ Se colocarán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas.

- ✓ En el proyecto se plantea realizar las actividades de extracción, bombeo y relleno de playa fuera de la temporada de anidación de tortugas marinas, por lo que estas no se verán afectadas durante la construcción del proyecto.

2.3.11. Artículo 60 TER y NOM-022-SEMARNAT-2003.

- ❖ Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre

En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

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

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

- ❖ **NOM-022-SEMARNAT-2003** (publicada en el DOF el 10 de abril de 2003) que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, y Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF).

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

De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar.

Cuadro 29. Comparativo de las principales directrices del Art. 60 TER de la LGVS y el numeral 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT.

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003
1	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de

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

Teniendo en consideración la equivalencia de criterios, se considera que al analizar técnicamente el numeral 4.0 NOM-022-SEMARNAT-2003, se cumple también con el análisis de los siete supuestos del Artículo 60 TER de la LGVS, vinculando de esta manera, al proyecto con dicho término.

De ahí que a continuación solamente se describe el cumplimiento del proyecto con los numerales 4.0 a 4.43 de dicha norma en el siguiente cuadro.

En la Figura siguiente se muestra la distancia de las obras que se proponen al manglar del Hotel Grand Velas y del ubicado en el predio colindante al norte. Las obras más cercanas al manglar son el relleno de playa que se ubicará a 67 m del manglar del hotel Grand Velas y 69 m del manglar del predio del norte. La modificación de las estructuras existentes quedará en su punto más cercano a 185m del manglar del predio del norte. Los arrecifes artificiales se ubican en su punto más cercano a 350 m del manglar del hotel Grand Velas. Las actividades a realizar en el banco de arena se ubican en su punto más cercano, a 1.99 km del manglar ubicado en el SAR terrestre.

De ahí que la única obras que no cumple con la distancia de 100 que especifica el numeral 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 corresponde al relleno de playa, el cual se realizará sobre la misma superficie que ocupa la playa existente y se ampliará sobre una pequeña porción de zona marina, ya que el perfil que vemos actualmente es producto de los eventos erosivos fuertes que están impactando el área.

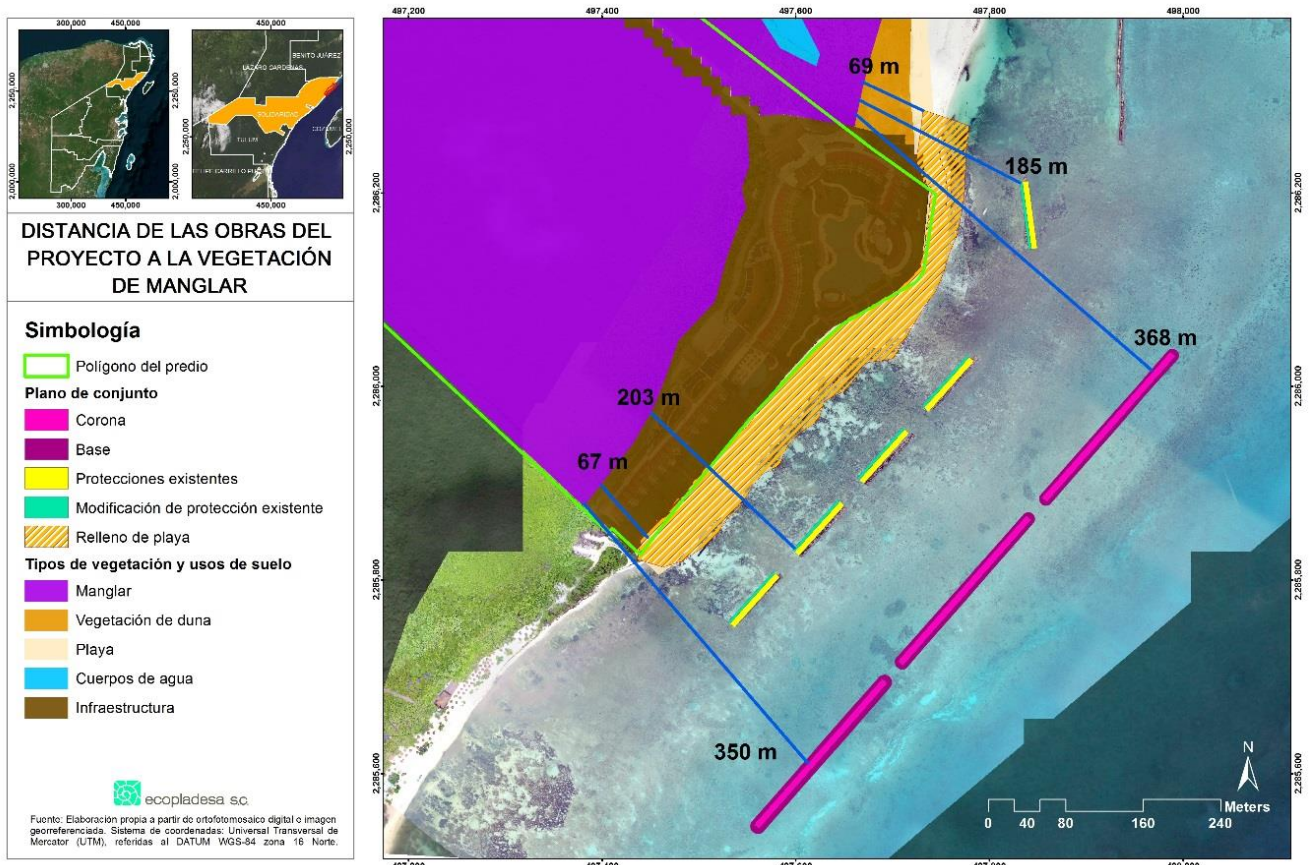


Figura 10a. Se muestra la distancia que hay entre las obras y el manglar.

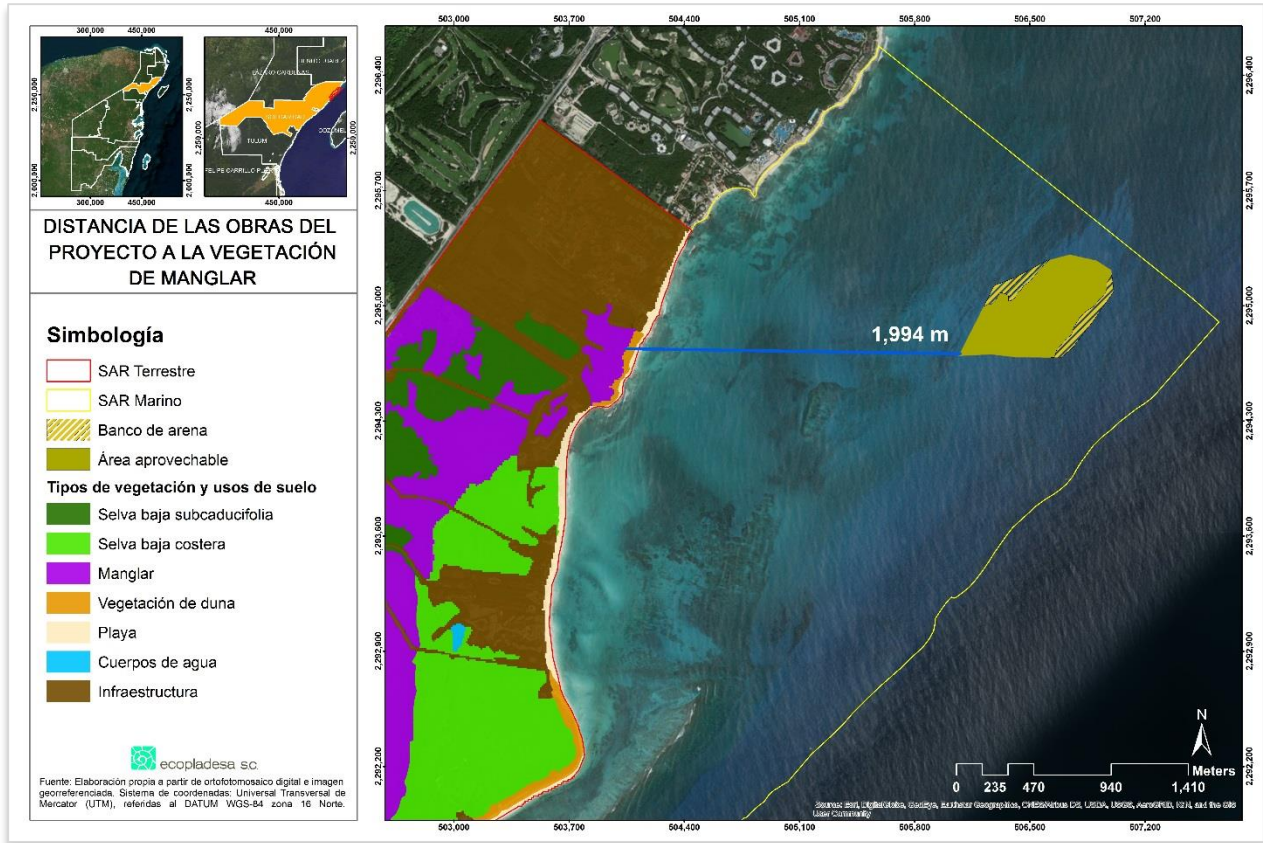


Figura 10b. Se muestra la distancia que hay entre las obras y el manglar.

Cabe dar unos antecedentes para valorar cómo han interactuado los procesos marinos y terrestres en el frente marino donde se propone el proyecto, con el fin de evidenciar que el manglar existente en el SAR y el del hotel Grand Velas, presenta diferentes procesos dependiendo de su punto de ubicación y procesos locales.

El hotel Grand Velas cuando fue autorizado en el 2008, se autorizó a desarrollarse sobre una zona que ya contaba con infraestructura y que fue severamente afectada por el paso del huracán Wilma. Esta zona correspondía a lo que en algún momento fue la vegetación de duna costera. En ese entonces el predio carecía de una duna natural y su playa estaba fuertemente erosionada. Con motivo de ello, el promovente aprovechó una parte del área impactada e implementó un programa de restauración de duna la cual fue conformada con base al programa presentado para ello con un núcleo de geotubo y fue reforestada con vegetación nativa; dicha cobertura se ha mantenido en buenas condiciones desde entonces, y solamente presenta mermas en las áreas que están siendo impactadas más fuerte por los procesos erosivos que se han medido actualmente, especialmente en la Punta Bete. Una superficie del manglar del hotel Grand Velas fue restaurada de acuerdo con el Programa de Restauración del Manglar del proyecto Hotel Velas y Casa Velas, que fue presentado a la DGIRA y que se ejecutó en cumplimiento de la Condicionante 4 del oficio resolutorio No. S.G.P.A./DGIRA/DG/2047/07 de fecha 28 de agosto de 2007. En los Informes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes del Hotel Grand Velas y Casa Velas se ha informado acerca de las condiciones del manglar y de las medidas que

se han implementado para su conservación. El último informe fue presentado a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el día 19 de octubre de 2017.

Posteriormente, en el año 2009 el hotel implementó un proyecto de instalación de protecciones costeras para recuperar su playa de manera natural, sin rellenar la playa. Dicho proyecto se sustentó en estudios técnicos para su funcionamiento. Este proyecto funcionó bien hasta el 2016 tras lo cual los procesos erosivos ya no fueron mitigados por dichas protecciones, por lo que se realizaron nuevos estudios para su valoración y propuesta del diseño de arrecifes artificiales que se proponen en la presente MIA-R, resultando que ahora es necesario su cambio de diseño, pero además se requiere rellenar la playa para recuperar el perfil costero y estabilizarla, dado que el movimiento de sedimento marino en la zona ya es casi nulo.





Figura 11. Se muestra la foto aérea del hotel Grand Velas, donde se puede apreciar la zonificación existente en sentido Oeste-Este: manglar de cuenca, Hotel de Playa, Duna Restaurada, Playa erosionada, Zona marina con protecciones costeras existentes.

El proyecto de rehabilitación de playa del hotel Grand Velas que se somete a evaluación en esta MIA-R corresponde a una estrategia de recuperación de playa, con el objetivo de mitigar los impactos adversos que se están observando en la playa en mayor grado, y una pequeña proporción en la duna del hotel, por los procesos erosivos que se están dando en el SAR y de manera global, y que a su vez sirvan de protección hacia el ecosistema de manglar. Con base en esta misma problemática han sido autorizados en el SAR definido para el proyecto, otros tres proyectos de protección de ecosistemas, vinculados a los hoteles Tres Ríos, Kanai y Mayakoba, de los cuales este último y el de Kanai ya iniciaron sus actividades.

Bajo este panorama es como se presenta el análisis de la siguiente norma, teniendo dos puntos de análisis: el SAR y el de la Zona de Influencia indirecta donde se ubica el hotel Grand Velas.

COBERTURA DE MANGLAR

En el SAR terrestre del proyecto se cuenta con 11, 965,274.31 m² de manglar (1,196.53Ha) y representa el 55.88% de su superficie. Esta cobertura se definió con base

en la fotointerpretación al año 2017, efectuada con imágenes de diferentes fuentes y de los reportes de cobertura de vegetación del sistema, por lo que la escala es de 1:5000.

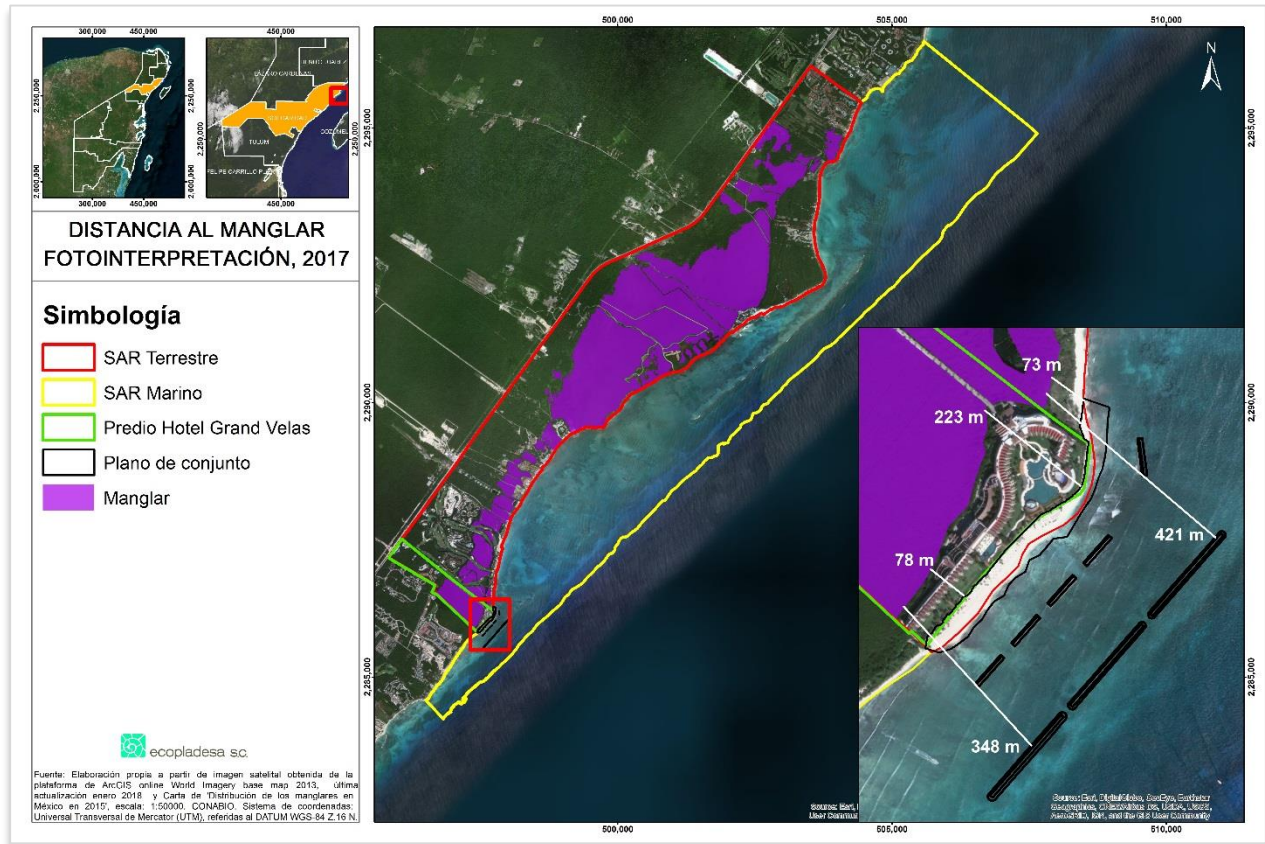


Figura 12. Cobertura de manglar en el SAR resultado de la fotointerpretación del 2017 de esta MIA-R.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL MANGLAR EN EL SAR Y A LA ALTURA DEL HOTEL GRAND VELAS.

El manglar a nivel general del SAR presenta las siguientes características:

Para este tipo de vegetación, se tienen registros de cuatro especies: mangle rojo o mangle chaparero (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Siendo la especie *Rhizophora mangle* la de mayor densidad, seguida de la especie *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. La altura promedio de estas especies oscilaron entre los 2.5 m a 8 m, siendo la especie *Rhizophora mangle* la especie con menor altura y la especie *Conocarpus erectus* la de mayor altura.



Figura 13. Se muestra de manera general el estado que guarda la vegetación de manglar en diferentes puntos del SAR.

Es importante señalar que dentro de las zonas de humedal, se desarrollan petenes que corresponden a áreas elevadas donde se presentan especies como tasiste (*Acoelorrhaphes wrightii*), chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), palma chit (*Thrinax radiata*), por citar los más representativos.

Desde el punto de vista hidrológico y geomorfológico, el humedal se ubica en una planicie o llanura de inundación. El drenaje superficial en dichas zonas, está determinado por la época del año: en la época de lluvias, existen dos componentes uno dominante que es perpendicular y en dirección hacia la línea de costa determinado por el drenaje regional, y el segundo componente, que es secundario y determinado por las lluvias y la pendiente del terreno (la orientación dominante es en sentido NE-SO).

En la época de secas, el drenaje superficial, corresponde estrictamente a la exposición del manto freático que forma una unidad continua en todo el humedal.

El proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades. Se estima para el SAR un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m³/d por m² de área unitaria ubicada

sobre la línea de costa. En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que sus características físico-químicas y calidad dependen del rango de mareas y del drenaje subterráneo de agua dulce (CAPA, 2005 y 2006).

En cuatro proyectos específicos en este SAR se pueden acotar otras características del manglar con base en lo reportado en las MIA-R presentadas para la autorización de los proyectos de protección costera que fueron presentados y autorizados por la SEMARNAT:

PROYECTO	CONDICION REPORTADA PARA EL MANGLAR
Kanai (2012)	<p>El manglar presenta por lo menos cuatro distintas asociaciones y se encuentra en general en buen estado de conservación, sin embargo sí ha perdido superficie debido al proceso de erosión costera y retroceso de la línea de costa que de manera natural se da en el SAR. Esta problemática en el manglar se ve incrementada por la presencia de huracanes y tormentas que genera muerte de individuos por deshidratación, sofocación por arena e intrusión salina.</p> <p>Se reportaron en la MIA-R presentada en el año 2012, que el predio tenía 2.95 ha de manglar afectado del 2005 a dicho año por estos procesos erosivos de la línea de costa, así como el impacto de tormentas y huracanes, reportan problemas en la duna por lo que proponen estabilizar una superficie de 3.27 ha de duna con vegetación pionera y se reforestar 1.60 ha de duna. Asimismo, se autoriza al proyecto la reforestación del manglar afectado.</p>
Tres Ríos (2014)	<p>El proyecto tiene el compromiso de conservar 77.68 ha de manglar. En total la superficie de manglar afectado por efecto de la erosión litoral es de 5.76 ha en un periodo de 6 años (2004-2010). La duna reporta incremento en 2.3 ha, sin embargo, no cuenta con la funcionalidad de una duna costera integral al ser el resultado de la acumulación de arenas producto de la erosión y enterramiento de zonas de manglar donde han crecido principalmente pastos y vegetación herbácea tolerante a altas salinidades. Prácticamente todo el manglar del desarrollo turístico se encuentra en una planicie de inundación fuertemente influenciada por el rango de mareas y por tanto susceptible al efecto de los huracanes y olas de tormentas. Esto es un resultado de la pérdida de una barrera natural como lo es la duna costera. En otras palabras, al no existir esta geoforma y su vegetación, se ha perdido una barrera natural (duna) y el efecto de la marea y de las olas de tormenta es franco sobre el humedal de manglar ocasionándole tensión y deterioro de manera sostenida en algunas zonas. Resultado de la conformación topográfica del predio y los procesos hidrológicos dominantes en él, fisonómicamente, el tipo de manglar dominante en el proyecto, es un manglar chaparro de cuenca y sólo en los litorales de las fracturas preferenciales expuestas y cenotes, así como en el litoral de la zona estuarina se registran manglares tipo ribereño y de borde respectivamente.</p>
Mayakoba (2014)	<p>El ecosistema de manglar se reportó afectado en aproximadamente 4 ha por efecto de la erosión litoral, por lavado, enterramiento y/o construcción de infraestructura turística autorizada. Es importante destacar que el proceso de erosión de las playas reportado desde 2004 por Flores-</p>

PROYECTO	CONDICION REPORTADA PARA EL MANGLAR
	<p>Verdugo sigue presente en la zona y continúa afectando al manglar por el proceso de sofocación debido a la acumulación de arena sobre las raíces. Esto a raíz de que se ha registrado una pérdida promedio de al menos 30 m de playa y duna entre el periodo comprendido entre 2004 y 2012 (siendo dicha pérdida de hasta 47 m en algunos sitios), a razón de 3.75 m por año, lo que representa una tasa de pérdida insostenible.</p>
Grand Velas (2008 a la fecha)	<p>El manglar del predio corresponde a un manglar de cuenca en buen estado de conservación. Se distinguen 4 asociaciones de manglar: manglar rojo chaparro, manglar rojo, manglar mixto, manglar mixto alto. En este manglar están presentes las 4 especies reportadas para el estado: <i>Rhizophora mangle</i>, <i>Avicennia germinans</i>, <i>Conocarpus erectus</i> y <i>Laguncularia racemosa</i>. La mayor extensión de manglar tiene altura de 1.5 m a 3 m. El mangle mixto alto solo se ubica alrededor de los cenotes del hotel alcanzando altura de 10 m debido al aporte adicional de agua dulce. El desarrollo de diferentes asociaciones de manglar está relacionado con la microtopografía, hidroperiodo y aporte de agua salobre a dulce. La única zona afectada de manglar reconocida en el 2008, fue restaurada y actualmente se observa en buen grado de conservación. Actualmente no se observan indicios de deterioro del manglar a causa de los procesos erosivos de la costa, debido en buena parte a la protección de la duna costera restaurada y de las protecciones costeras existentes, aun cuando estas han perdido en los últimos años su efectividad.</p> <p>Flujo hidrológico (Estudio Geohidrológico, realizado para el predio por la empresa CAPAGHC IC (2007) para el proyecto Grand Velas:</p> <p>Los principales conductos de agua subterránea bajo el área de estudio se encuentran a una profundidad de entre 10 y 15 m. El agua de mar penetra hacia tierra adentro por diferencia de gradientes y mareas, y gran cantidad de agua dulce se incorpora al sistema ya sea por infiltración directa o por flujo subterráneo desde las zonas de recarga.</p> <p>El volumen de agua subterránea que fluye por debajo del predio del proyecto "Hotel Grand Velas y Casa Velas" equivale a 249.676 l/s y ocurre por todo el espesor del acuífero considerado y por un ancho igual al lindero del predio sobre la línea de costa. Se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea salobre hasta los 15 m de profundidad, después de los cuales la salinidad aumenta. La descarga del agua subterránea por debajo de la duna costera se encuentra entre 9 y 13 metros de profundidad y es la que influye en el desarrollo arrecifal cercano. Por arriba de esta, descargan flujos de agua dulce de reciente infiltración o aporte superficial. Los aportes subterráneos están canalizados en forma paralela a la línea de costa y probablemente se encuentren comunicados con el sistema de fracturamiento preferencial de los canales costeros del predio del Hotel Mayakoba al norte del predio del proyecto.</p> <p>El modelo conceptual del acuífero generado a partir de los resultados del estudio geohidrológico, indica que la recarga del acuífero se localiza a 35 km al oeste de las fallas de la Depresión Central y 25 Km al Noroeste del</p>

PROYECTO	CONDICION REPORTADA PARA EL MANGLAR
	Levantamiento Central Vallarta, pasando a través de la Depresión Costera Sur. El acuífero principal que descarga a través de esta zona consiste en calizas compactas a masivas, a veces arcillosas, con excelente permeabilidad producto del fracturamiento y desarrollo cárstico. Las condiciones de salinidad en los primeros metros del acuífero son influenciadas directamente por el agua de mar. Sin embargo, esta influencia no se ve reflejada en los puntos más cercanos a la línea de costa; este fenómeno puede explicarse geológicamente por la variación en permeabilidad de la roca dando como resultado una zona de menor grado de carsticidad pero con agua continental que empuja y/o diluye al agua marina disminuyendo la salinidad del sistema.

Partiendo de las condiciones antes descritas, se puede concluir que los procesos naturales de tipo erosivo han impactado de manera grave a las zonas ubicadas al centro del SAR donde se localizan los proyectos Kanai y Tres Ríos, así como en la parte sur del SAR donde se ubican Mayakoba y Grand Velas. De la zona norte del SAR no se cuentan con reportes actualizados y concretos del estado de conservación de los manglares.

Los impactos naturales de huracanes, tormentas, procesos erosivos globales del cambio climático, están generando desestabilización de la costa y afectación a ecosistemas de duna costera y manglar. De ahí la estrategia de varios proyectos de implementar acciones de restauración, encaminadas a la protección de los recursos y de la infraestructura con la que cuentan.

Es importante notar que en el caso del hotel Grand Velas cuando fue autorizado se reportó una zona de manglar que requería restauración con motivo del paso del huracán Wilma que había impactado la zona en 2005, ya que en ese entonces el predio tampoco tenía la protección natural de la duna, ya que dicha geoforma era inexistente. Al llevar a cabo por parte del hotel la restauración de la geoforma de la duna y de la zona de manglar afectado que se reportó, contribuyó a su restablecimiento en cobertura y en funcionalidad, de tal forma que a la fecha el manglar del hotel presenta buenas condiciones de conservación de acuerdo al monitoreo que se ha realizado y que se ha informado.

Adicionalmente, la instalación de las protecciones costeras en el frente marino del hotel Grand Velas en el 2009 no generaron ningún impacto negativo en la zona de manglar que se ubica en la parte oeste del hotel, y por el contrario permitieron la estabilización de la playa y de la duna restaurada por varios años, permitiendo mantener la duna con su protección natural, y la playa estuvo estable por varios años, hasta el 2016.

Es por ello que con base en los estudios técnicos realizados de hidromorfología costera, los estudios biológicos de la zona marina y terrestre, se propone el presente proyecto de recuperación de playa, que comprende la instalación de 3 arrecifes artificiales en el frente marino, modificación de las protecciones existentes que fueron instaladas en el 2009, y el relleno de playa, para lo cual se requiere aprovechar los siguientes ambientes:

Cuadro 30. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras que se contemplan sobre el ecosistema terrestre y marino.

Obras	Superficie total (m ²)	Zona Terrestre (m ²)	Zona marina Superficie (m ²)		
		Playa arenosa	Laja con macroalgas	Laja con sedimentos	Arenal somero
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.00	9,038.89	70.82	0.00
Relleno de playa	22,053.93	10,029.20	4,302.23	4,948.08	2,774.42
Modificación de protecciones	1,050.00	0.00	716.23	333.77	0.00
Superficie total	32,213.64	10,029.20	14,057.35	5,352.67	2,774.42
			22,184.44		

Para el relleno de playa se extraerá arena de un banco ubicado al norte del SAR en la zona marina, ubicado a 1.99 km del manglar, el cual se caracterizó y solamente se aprovechará el ambiente de arenal.

Como parte del proyecto se están proponiendo, la reforestación de la vegetación de la duna donde se observe muerte de la vegetación y trasplante de corales en los arrecifes artificiales, aumentando con ello la cobertura de organismos vivos y funcionalidad en la interacción con el manglar.

Es evidente que ninguna de las obras o actividades implica actividades en el manglar y por lo tanto no generará impactos directos e indirectos en este ecosistema, ni por el desplante ni por las actividades, ya que se proponen una serie de medidas encaminadas a evitarlo. Y por otra parte, los efectos de la ejecución de dichas obras, sí generará impactos positivos en los ecosistemas de playa, duna, y en la zona marina de manera directa, y en la zona de manglar de manera indirecta por su interacción con ellos.

Cuadro 31. Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna , la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros). 	<p>Desde el punto de vista funcional, el manglar que se ubica en los puntos más cercanos a las obras que se proponen, mantiene su estructura y función como comunidad vegetal.</p> <p>Por el estado de conservación reportado mantiene la integralidad del flujo hidrológico superficial y subterráneo.</p> <p>Si bien se ha reportado la afectación del manglar por el proceso erosivo de la costa, muerte por impacto previo de huracanes, la invasión de arena y sofocación de las raíces que esto conlleva, la mayor parte de la superficie de manglar del SAR y cercano al proyecto, presenta buenas condiciones de conservación, razón por la cual se le diagnóstico con un nivel alto en el diagnóstico del SAR.</p> <p>Cabe señalar que la mayor parte del manglar es manglar de cuenca, cuyos flujos hidrológicos superficiales de agua provienen de la precipitación, cenotes costeros y afloramientos internos. Por lo que esta fluye en la cuenca en sentido norte-sur. El flujo subterráneo proviene de la parte continental que se dirige hacia la costa y llega a aflorar en las partes bajas de esta cuenca.</p> <p>De ahí que a nivel del SAR, el proyecto solamente implica las siguientes afectaciones puntuales en la zona de playa y zona marina, sin afectar ninguna superficie de manglar.</p> <p>Relleno de playa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las obras en la zona de playa por su nivel topográfico solamente tiene una injerencia en la infiltración del agua de precipitación al subsuelo. Debido a que el relleno de playa se realizará con arena de composición similar a la existente, no presentará compactación ni cambios físicos que pudieran interrumpir esta infiltración. Asimismo, la arena se acomodará en el nivel propuesto y de manera natural

Especificaciones	Acciones del proyecto
	<p>también alcanzará su estabilización y niveles topográficos naturales. Esto lleva a concluir que no se afectará la microtopografía y por lo tanto los flujos hidrológicos superficiales de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En este punto de la playa, el agua subterránea ya está descargando debajo de las dunas hacia la zona profunda del arrecife, de ahí que el relleno de playa no tiene implicaciones en el flujo subterráneo de agua. <p>Arrecifes artificiales y modificación de estructuras existentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - La instalación de los arrecifes y la modificación de los existentes no tendrán implicaciones en el intercambio de agua entre el manglar y la zona marina, ya que están desplantadas a una distancia y nivel donde no se modifican los flujos marinos ni el intercambio entre la zona marina y la parte continental. Esto evidenciado por los estudios técnicos de hidromorfodinámica realizados y anexos a esta MIA-R. - Las estructuras de protección existentes no han generado cambios en el movimiento de agua litoral ni en el intercambio de agua con la cuenca de manglar ni cenotes costeros, por lo que se prevé que con su modificación de altura y establecimiento de los arrecifes nuevos tampoco generarán cambios en el manglar. - Los arrecifes artificiales sí generarán una protección adicional a los ecosistemas de duna y manglar, ya que ante el embate de tormentas, romperán la fuerza del oleaje y con ello mitigan este impacto en los procesos de intercambio natural entre estos ecosistemas. - Con esto se concluye no se afectará el flujo hidrológico superficial ni subterráneo del manglar por el desarrollo del proyecto, y sí generará beneficios a este. <p>Las actividades que se proponen no conllevan alguna afectación del manglar, toda vez que no alterará la continuidad, contigüidad y</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
	<p>funcionalidad ecosistémica e hídrica del mismo, ya que se conservarán los flujos naturales, su productividad, integridad y servicios ecológicos.</p>
<p>4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</p>	<p>El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo de obra en el humedal costero que se ubica detrás de la zona de duna e infraestructura del hotel Grand Velas. Las obras planteadas no ocasionarán interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar.</p>
<p>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.</p>	<p>Las obras propuestas no comprenden la construcción de canales ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica. Las obras que se proponen no interferirán con el flujo de agua del humedal a la zona marina.</p>
<p>4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.</p>	<p>La infraestructura marina que se pretende establecer tendrá como objetivo restaurar la zona de playa y duna costera que presenta varias afectaciones causadas por el embate de los procesos erosivos que se están dando en el SAR desde años atrás.</p>
<p>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.</p>	
<p>4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	<p>Las obras más cercanas que se plantean corresponde al relleno de arena y se ubica a una distancia de 67 y 69 m de la vegetación de manglar.</p> <p>El relleno de playa solamente implicará la descarga y acomodo de arena sobre la zona de playa ya existente y sobre una mínima parte de agua que resultó de la costa curvada de la dinámica de las protecciones paralelas y procesos erosivos que se está dando en la zona. La arena es un sustrato natural que permite la infiltración de agua y que por tener características similares a la arena de la playa actual, no se compactará permitiendo la infiltración del agua.</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p>Durante la construcción de las obras se implementarán las medidas suficientes para el manejo de residuos sólidos y líquidos y así prevenir eventos de contaminación y que los residuos se dispersen a la zona marina.</p> <p>En la zona marina durante la extracción de arena, bombeo y el relleno de playa se emplearán mallas geotextiles para evitar que la dispersión de sedimentos pueda afectar la calidad del agua y las especies marinas.</p> <p>En caso de un derrame accidental de hidrocarburos, se utilizarán flotadores absorbentes para contenerlo, los cuales absorben la totalidad del hidrocarburo.</p>
<p>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.</p>	<p>En las obras que se proponen no se contempla utilizar ni verter agua del o hacia el humedal.</p> <p>El agua necesaria para la construcción del proyecto provendrá del servicio con el que cuenta el hotel Grand Velas. Para la operación no se requiere del suministro de agua.</p> <p>Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. De la misma forma, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final que indique la autoridad municipal.</p> <p>Con este manejo se garantiza que el agua del humedal no será afectada por eventos de contaminación.</p>
<p>4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus</p>	<p>Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento para su disposición final, por</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>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.</p>	<p>lo que no se verterán aguas residuales al suelo o al agua, evitando así problemas de contaminación por esta causa.</p>
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	<p>Las obras y actividades que se proponen no implican extracción de agua en áreas colindantes al manglar.</p> <p>El agua requerida para su construcción provendrá de la red con la que cuenta el hotel Grand Velas. Durante la operación no se requerirá agua.</p>
<p>4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>	<p>Durante el proceso de construcción de las obras que se proponen, se vigilará que no se introduzcan especies invasoras que se tornen perjudiciales.</p> <p>En el proyecto se contempla realizar la reforestación de la duna artificial empleando especies nativas propias de este ecosistema, las cuales provendrán del vivero con el que cuenta el hotel Grand Velas.</p>
<p>4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>Con las obras que se proponen no se prevén afectaciones al balance entre el aporte hídrico y el proveniente de las mareas, ya que las obras se desarrollarán en la parte de playa para restaurar su topografía natural, y en la zona marina se colocarán los arrecifes artificiales a una profundidad entre la cota de 2 y 2.5 de profundidad.</p> <p>Estas obras no interrumpirán el intercambio hídrico entre el manglar y la zona marina, dado que es subterráneo.</p>
<p>4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea</p>	<p>Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicación sobre el humedal.</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	
<p>4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo, la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>El proyecto no implica la construcción de vías de comunicación de ninguna índole.</p>
<p>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>En el proyecto no se contemplan obras de instalación eléctrica, ni otro tipo de instalaciones.</p>
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.</p>	<p>Las obras que contempla el proyecto que quedarán más cercanas al manglar corresponden al relleno de playa, que se ubicará a una distancia de 67 a 69 m de distancia respectivamente. La primera respecto del manglar ubicado en el límite sur del hotel Grand Velas y la segunda medida, del manglar ubicado en el predio ubicado al norte.</p> <p>Por lo anterior, el proyecto se apega a lo que marca el numeral 4.43 de la presente norma.</p>
<p>4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</p>	<p>Las obras y actividades que propone el proyecto no requieren de la compra de material de construcción proveniente de bancos de préstamo.</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Para el relleno de playa se utilizará arena de mar proveniente de un banco marino, para cuyo uso se está solicitando autorización en este mismo documento.
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 considera la afectación de manglar con ninguna de sus obras o actividades.
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.	Las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades en la zona de manglar del predio.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos que se generen durante el proceso constructivo serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa, almacenados temporalmente y trasladados al sitio de disposición final, por lo que se realizará su manejo adecuado y no se dispondrán en el manglar.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptoras de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	Las obras que se proponen corresponden a infraestructura de tipo marina destinada a restauración de la playa y duna costera, y no comprenden granjas camaronícolas ni infraestructura acuícola.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar	

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.</p>	
<p>4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.</p>	<p>Las obras contempladas corresponden a actividades de rehabilitación de la zona costera, por lo que no se contempla realizar obras de canalización ni se plantean obras de ningún tipo dentro del manglar. Asimismo, no comprenden actividades acuícolas ni de producción de sal.</p>
<p>4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.</p>	
<p>4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>	
<p>4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.</p>	
<p>4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.</p>	
<p>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.</p>	
<p>4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y</p>	<p>Las obras que se propone no contemplan actividades de turismo náutico en la zona de manglar.</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.</p>	
<p>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.</p>	
<p>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.</p>	<p>Las obras que se proponen no contemplan estas actividades en el humedal del predio del proyecto Grand Velas.</p>
<p>4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</p>	<p>Las obras que se proponen en este proyecto no consideran la fragmentación del humedal, ya que se llevarán a cabo en la duna costera, playa y zona marina.</p> <p>El camino de acceso a la playa corresponde al del hotel Grand Velas que actualmente está en operación.</p>
<p>4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>Las obras que se proponen no contemplan actividades de canalización.</p>
<p>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.</p>	<p>Las obras que nos ocupan no se llevarán a cabo en el humedal, por lo que no habrá compactación del sedimento.</p>
<p>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.</p>	<p>El proyecto que se plantea solo se desplantará en la duna costera, playa y la zona marina, por lo que no contempla actividades en la zona de manglar y no pretende la realización de actividades de restauración de estas áreas.</p>
<p>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías,</p>	<p>Sin embargo, estas obras en su conjunto permitirán proteger el ecosistema de humedal ubicado al oeste, ya que los arrecifes artificiales sembrarán la protección de un arrecife natural,</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>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 a como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>permitiendo la restauración de la playa y un mejor mantenimiento de la duna restaurada, protegiendo con ello el estado que guarda el humedal ubicado al oeste.</p>
<p>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	
<p>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.</p>	<p>Las obras que nos ocupan no contemplan uso o restauración del humedal costero.</p>
<p>4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.</p>	
<p>4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.</p>	
<p>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.</p>	
<p>4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.</p>	<p>El diseño de las obras planteadas consideraron las recomendaciones técnicas que se integraron en los estudios y modelos que se generaron para el proyecto de rehabilitación de la duna costera y playa del proyecto.</p>

Especificaciones	Acciones del proyecto
<p>Artículo Único.- Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue:</p> <p>"4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."</p>	<p>El proyecto no contempla la realización de ninguna de las actividades contempladas en los numerales 4.14 y 4.22 de la presente norma. Respecto al numeral 4.16, el proyecto no cumple con la distancia mínima de 100 m con respecto al límite de la vegetación de manglar, por lo que se presentan a continuación medidas de compensación en beneficio de los humedales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se llevarán a cabo actividades de rescate y reubicación de la flora y la fauna que se registren en las áreas ocupadas por el proyecto. ✓ Se implementarán medidas para el manejo adecuado de los residuos para evitar la dispersión de los mismos hacia la zona de manglar o la zona marina. ✓ Se realizará la reforestación de la duna artificial empleando especies nativas propias del ecosistema, incrementando sus servicios ambientales. ✓ Se construirán arrecifes artificiales que ayudarán a reducir la fuerza del oleaje y funcionarán como una barrera de protección contra el embate de tormentas y huracanes que afectan los ecosistemas de playa, duna costera y manglar.

2.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA ET AL. 2000).

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga *et al.*, 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, la CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

2.4.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, dicha institución inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, con la finalidad de establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El Sistema Ambiental Regional Terrestre propuesto para el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Corredor Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km² (Figura 14).

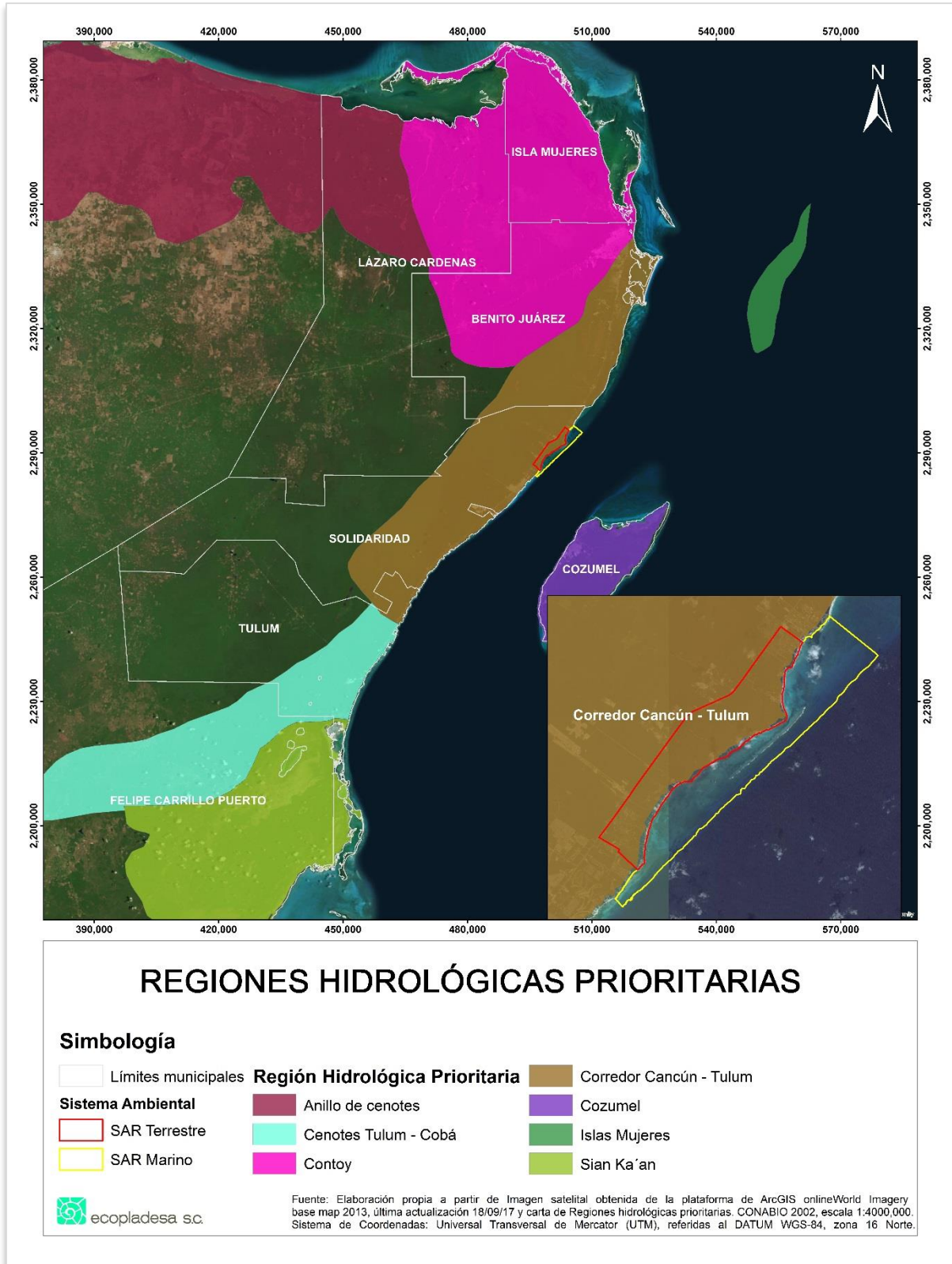


Figura 14. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Corredor Cancún Tulum.

Lénticos:	Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. 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 de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
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, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: <i>Acacia globulifera</i> , <i>tasiste Acoelorrhaphe wrightii</i> , <i>Annona glabra</i> , <i>Atriplex cristata</i> , <i>Bactris balanoidea</i> , ramón <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , chaca <i>Bursera simaruba</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Cameraria latifolia</i> , <i>Capparis flexuosa</i> , <i>C. incana</i> , <i>Coccoloba réflex flora</i> , <i>C. uvifera</i> , palma nakax <i>Coccothrinax readii</i> , <i>Cordia sebestena</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Cyperus planifolius</i> , <i>Dalbergia glabra</i> , <i>Eugenia lundellii</i> , palo de tinte <i>Haematoxylum campechianum</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Hyperbaena winzerlingii</i> , <i>Ipomoea violacea</i> , chicozapote <i>Manilkara zapota</i> , chechén <i>Metopium brownei</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P. chiricana</i> , palma <i>Pseudophoenix sargentii</i> , mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , palma chit <i>Thrinax radiata</i> . La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como <i>Amphora ovalis</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cymbella turgida</i> , <i>Diploneis puella</i> , <i>Eunotia maior</i> , <i>E. monodon</i> , <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>G. lanceolatum</i> , <i>Nitzchi ascalaris</i> , <i>Synedra ulna</i> y <i>Terpsinoe musica</i> . Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo <i>Antromysis (Antromysis) cenotensis</i> ; el anfípodo <i>Tulumella unidens</i> ; el palemónido <i>Creaseria morleyi</i> ; los decápodos <i>Typhlatya mitchelli</i> y <i>T. pearsei</i> ; los copépodos <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Eucyclop sagilis</i> , <i>Macrocyclus albidus</i> , <i>Mastigodiatto mustexensis</i> , <i>Mesocyclop sedax</i> , <i>Mesocyclop ssp.</i> <i>Schizopera tobae cubana</i> , <i>Thermocyclops inversus</i> , <i>Tropocyclops prasinus mexicanus</i> , <i>T. prasinus</i> ; los ostrácodos <i>Candonocypris serratomarginata</i> , <i>Chlamydotheca mexicana</i> , <i>Cypridopsis niagrensis</i> , <i>C. rhomboidea</i> , <i>Cyprinotus putei</i> , <i>C. symmetricus</i> , <i>Darwinulaste vensoni</i> , <i>Eucypris cisternina</i> , <i>E. serrato marginata</i> , <i>Herpeto cypris meridiana</i> , <i>Meta cypris americana</i> , <i>Stenocypris fontinalis</i> , <i>Strandesia intrepida</i> , <i>S.</i>

	<p><i>obtusata</i>; de peces como los cíclidos <i>Archocentrus octofasciatus</i>, <i>Cichlasoma friedrichsthalii</i>, <i>C. robertsoni</i>, <i>C. salvini</i>, <i>C. synspilum</i>, <i>C. urophthalmus</i>, <i>Petenia splendida</i> y <i>Thorichthys meeki</i>; los poecílidos <i>Belonesox belizanus</i>, <i>Gambusia yucatanana</i>, <i>Heterandria bimaculata</i>, <i>Poecilia mexicana</i>, <i>P. orrii</i> <i>P. petenensis</i>; la anguila americana <i>Anguilla rostrata</i>, el carácido <i>Astyanax aeneus</i> y el bagre <i>Rhamdia guatemalensis</i>. Endemismos del isópodo <i>Bahalana mayana</i>; de los anfípodos <i>Bahadzia bozanici</i>, <i>Mayaweckelia cenoticola</i>, <i>Tuluweckelia cernua</i>; del ostrácodo <i>Danielopolina mexicana</i>; del remípedo <i>Speleonectes tulumensis</i>; del termosbenáceo <i>Tulumella unidens</i>, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces <i>Astyanax altior</i>, la brótula ciega <i>Ogilbia pearsei</i>, la anguila <i>Ophisternon infernale</i>, <i>Poecilia velifera</i>; de aves el pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, el loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, que junto con el manatí <i>Trichechus manatus</i> se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama <i>Caretta caretta</i>, blanca <i>Chelonia mydas</i>, laúd <i>Dermochelis coriacea</i> y el merostomado <i>Limulus polyphemus</i>. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa <i>Boa constrictor</i>, huico rayado <i>Cnemidophorus cozumela</i>, garrobo <i>Ctenosaura similis</i>, iguana verde <i>Iguana iguana</i>, casquito <i>Kinosternon scorpioides</i>, mojina <i>Rhinoclemmys areolata</i>, jicotea <i>Trachemys scripta</i>; las aves loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, garceta de alas azules <i>Anas discors</i>, carao <i>Aramus guarauna</i>, aguililla cangrejera <i>Buteogallus anthracinus</i>, hocofaisán <i>Crax rubra</i>, el trepatroncos alileonado <i>Dendrocincla anabatina</i>, garcita alazana <i>Egretta rufescens</i>, halcón palomero <i>Falco columbarius</i>, el gavilán zancudo <i>Geranospizac aerulescens</i>, el bolsero yucateco <i>Icterus auratus</i>, el bolsero cuculado <i>I. cucullatus</i>, zopilote rey <i>Sarcoramphus papa</i>, golondrina marina <i>Sterna antillarum</i>, <i>Strixnigro lineata</i> y los mamíferos mono aullador <i>Alouatta pigra</i>, mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, grisón <i>Galictis vittata</i> y oso hormiguero <i>Tamandua mexicana</i>.</p>
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, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*

Vinculación con el proyecto: El proyecto corresponde a una propuesta de rehabilitación de la zona costera, que incluye la construcción de arrecifes artificiales, modificación de protecciones existentes, extracción de arena y relleno de playa en el área marina y zona federal adyacente, por lo que su objetivo es recuperar la playa y mejorar las condiciones de la duna restaurada. Lo anterior coadyuvará a preservar los ecosistemas de duna costera y manglar. Asimismo, realizará el trasplante de corales lo cual creará un hábitat y mayor cobertura de estas especies protegidas en el SAR y sus beneficios naturales en la protección natural de las costas.

El proyecto tiene una planificación y diseño ampliamente fundamentados en estudios que demuestran su viabilidad ambiental y garantizan que no se afectarán otras áreas dentro del sistema ambiental. Además que se apega a la normatividad vigente en la materia.

- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades de construcción del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen mediante su colecta en contenedores dispuestos en los andadores del hotel, se realizará su traslado a las cámaras de basura para su posterior entrega al servicio de limpia. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza por parte de la empresa arrendadora. Las aguas residuales serán trasladadas y entregadas a una planta de tratamiento. En la etapa operativa, los trabajadores utilizarán los sanitarios con lo que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.

De acuerdo con lo anterior, los residuos que se generen serán manejados adecuadamente.

- *Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (Cocos nucifera) y tasiste (Acoelorrhaphe wrightii).*

Vinculación con el proyecto: No se hará uso ilegal de estos recursos. Solo se contempla llevar a cabo actividades de enriquecimiento de la duna restaurada empleando especies nativas propias de duna costera, las cuales provendrán del vivero con el que cuenta el hotel, en el que se reproducen estas especies, por lo que no se obtendrán del medio natural. Las palmas de coco que están plantadas en la playa se reubicarán al vivero del hotel y al final de la etapa de construcción serán reubicadas nuevamente a la playa.

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.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos, con el fin de evitar problemas de contaminación del suelo y del agua. Se utilizarán sanitarios portátiles para el manejo de las aguas residuales.

En el proyecto se contempla la rehabilitación de la playa frente al hotel Grand Velas, lo que permitirá que se reduzca la energía del oleaje y que se mantenga estable la playa,

mediante la instalación de infraestructura de protección costera. Lo anterior coadyuvará a preservar los ecosistemas de duna costera y manglar.

Durante la modificación de las protecciones existentes, el relleno de playa y la construcción de los arrecifes artificiales se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de sedimentos en el mar, con el fin de evitar afectaciones sobre los organismos marinos y alterar la calidad del agua.

Los arrecifes artificiales quedan dentro del polígono de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual fue decretada como Área Natural Protegida el día 7 de diciembre de 2016. Los arrecifes artificiales quedarán dentro de la zona de amortiguamiento del ANP, donde se permite la instalación de arrecifes artificiales para la recuperación de la playa, por lo que las actividades propuestas están permitidas.

Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica

Prioritaria: 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.

2.4.2. Regiones Marinas Prioritarias.

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El Sistema Ambiental Terrestre definido para el proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 15).

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 1005 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.

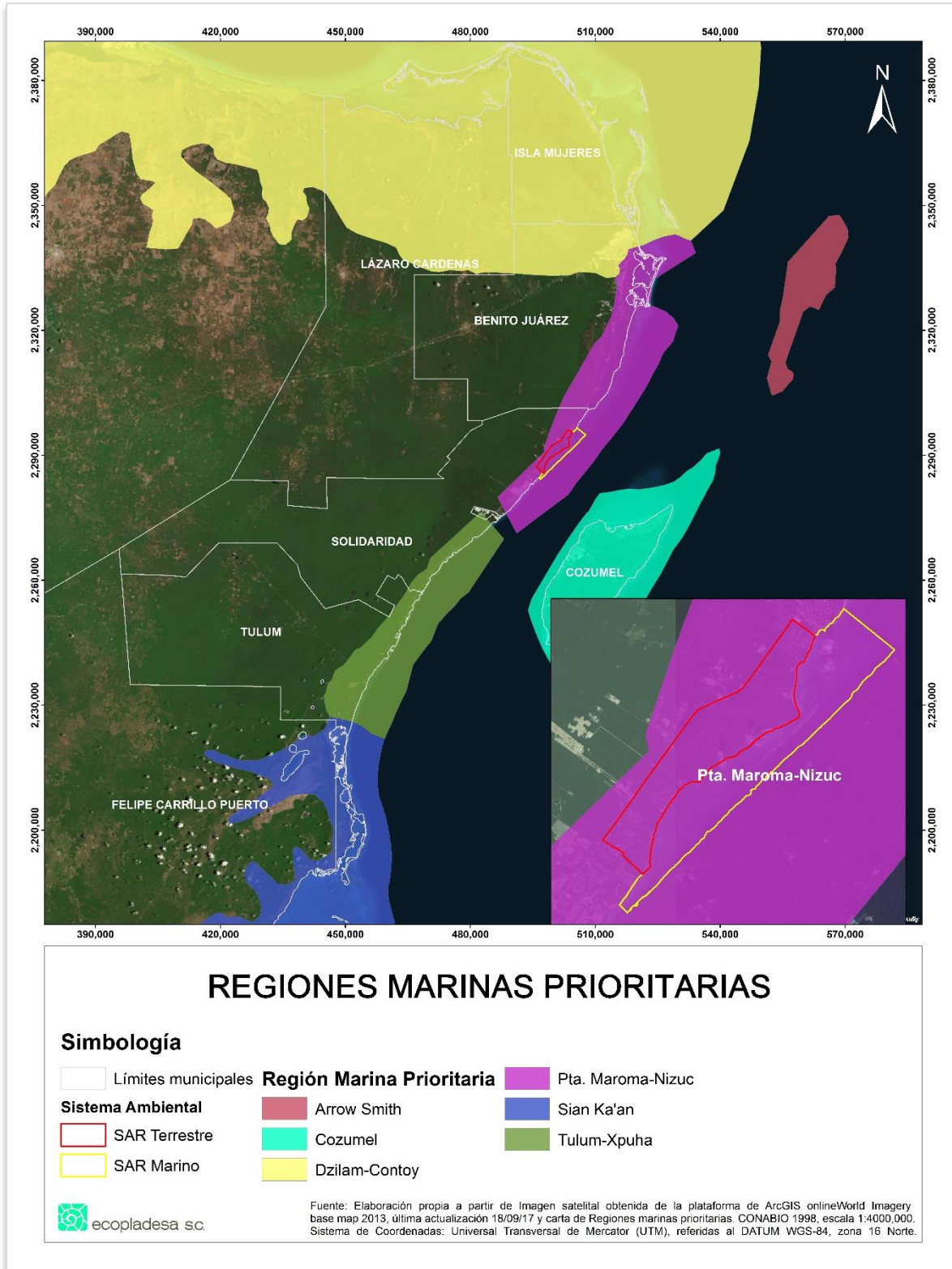


Figura 15. El área del proyecto se ubica en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

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 deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.*

Vinculación con el proyecto: En el proyecto se plantea realizar la modificación de las protecciones existentes, la construcción y colocación de tres arrecifes artificiales, la extracción de arena de un banco, su bombeo y el relleno de playa. Las obras en la zona marina se desplantarán sobre zonas de laja con macroalgas, laja con sedimentos y de arenal somero aprovechando una superficie de 2.22 ha que representa el 0.09 % del SAR marino.

Las obras que se proponen servirán para contrarrestar los efectos de la erosión como son la pérdida de playa, y por consiguiente la disminución de sus servicios ambientales.

Con las actividades del proyecto, se espera que se reduzca la energía del oleaje para aminorar la erosión y mantener más estable la playa, lo que a su vez contribuirá a preservar la duna costera y el manglar.

De acuerdo con lo anterior, no se realizará la tala de manglar, ni el relleno de áreas inundables, ni se llevará a cabo la remoción de pastos, ni la modificación de barreras naturales.

De la superficie de desplante en la zona marina solo el ambiente de laja con macroalgas tiene cobertura vegetal, misma que corresponde a un sustrato de laja sin relieve en donde dominan las algas con coberturas variables, en donde la presencia de otros grupos de organismos bénticos es escasa. Este ambiente es el más extenso dentro del SAR y el área que será ocupada (1.41 ha) representa el 0.06 % del SAR marino, lo cual es mínimo.

Durante las actividades del proyecto se utilizarán embarcaciones, las cuales navegarán por los canales permitidos y no afectarán zonas arrecifales, por lo que no se afectarán los ecosistemas marinos por esta causa.

Asimismo, la construcción de las obras del proyecto no causará afectaciones a las zonas arrecifales, ya que no se desplantarán sobre estas. En el área de desplante de los arrecifes artificiales se registraron algunas colonias de corales dispersos, los cuales serán rescatados y reubicados en las áreas que se no se aprovecharán en el sistema ambiental. Los ejemplares que se reubiquen serán monitoreados.

Contaminación: *por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos, con el fin de evitar problemas de contaminación del suelo y del agua. Se utilizarán sanitarios portátiles para el manejo de las aguas residuales, a razón de uno por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada

tercer día por parte de la empresa arrendadora. Las aguas residuales serán trasladadas y entregadas a una planta de tratamiento para su disposición final. En la etapa operativa los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, los cuales están conectados a la red de drenaje interna, que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.

De acuerdo con lo anterior, no se realizarán descargas de aguas residuales y los sanitarios se mantendrán limpios.

Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chacmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.

Vinculación con el proyecto: El proyecto no pretende realizar actividades de pesca. Las actividades proyectadas implican la construcción de infraestructura para rehabilitar la playa que ha sido afectada por los procesos erosivos que se dan en la zona.

En las áreas de aprovechamiento de la zona marina (correspondientes a las áreas de aprovechamiento de relleno de playa, el área de las protecciones modificadas y de los arrecifes artificiales, así como en el banco donde se extraerá la arena para relleno), se realizarán recorridos para rescatar los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, esponjas y corales. Una vez que se rescaten, serán trasladados a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto. De acuerdo con lo anterior, no se afectarán los organismos de fauna bentónica que se registren.

Especies introducidas: de *Cassuarina* spp y *Columbrina* sp.

Vinculación con el proyecto: No se realizará la introducción de especies exóticas invasoras en la zona terrestre como en la zona marina. En el proyecto sólo se contempla realizar el enriquecimiento de la duna restaurada con plantas nativas propias de duna costera, las cuales provendrán del vivero del hotel. De acuerdo con lo señalado sólo se considera el uso de plantas nativas.

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.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

INDICE

1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.	4
2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SAR).	4
2.1. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SAR.	5
2.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).	7
3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) TERRESTRE.	10
3.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SAR TERRESTRE.	10
3.1.1 Clima.	10
3.1.2 Fenómenos Climatológicos.	13
3.1.3 Radiación o Incidencia Solar.	15
3.1.4 Geología, Geomorfología y Fisiografía.	15
3.1.5 Edafología.	18
3.1.6 Hidrología.	20
3.2 MEDIO BIÓTICO DEL SAR TERRESTRE.	26
3.2.1 Tipos de Vegetación.	26
3.2.2. Especies endémicas.	33
3.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	33
3.2.4. Fauna registrada en el SAR.	37
4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) MARINO.	38
4.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SAR MARINO.	38
4.1.1. Batimetría del SAR.	38
4.1.2. Dinámica Costera del SAR.	39
4.2 MEDIO BIÓTICO DEL SAR MARINO.	52
4.2.1. De acuerdo a la CONABIO.	52
4.2.2 Otras fuentes.	55
4.2.3. Caracterización Marina del SAR.	57
4.2.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	67
5 CARACTERIZACIÓN MARINA DE LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA DEL PROYECTO.	68
5.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO.	68
5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO.	70
5.3. CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE ARENA.	76
5.3.1. Delimitación Banco de Arena.	76
5.3.2. Caracterización del Banco de arena.	77
5.4. CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN MARINA EN EL SAR, ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA Y BANCO DE ARENA.	80
6 CARACTERIZACIÓN TERRESTRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA.	81
6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA DUNA COSTERA RESTAURADA Y PLAYA.	81
6.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA TERRESTRE PRESENTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.	86
6.2.1 Resultados.	86
7 DINÁMICA COSTERA DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA.	87
7.1. RETROSPECTIVO DE LÍNEA DE COSTA.	87
7.2. RESULTADOS DE ESTUDIOS HIDROMORFOLÓGICOS.	91



8	PAISAJE.....	97
9	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	108
10	MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	112
10.1	CONTEXTO REGIONAL.....	112
10.1.1	Demografía.....	113
10.1.2	Actividad económica.....	114
10.1.3	Sector externo.....	116
10.2	CONTEXTO MUNICIPAL.....	118
10.2.1	Aspectos urbanos.....	118
10.2.2	Equipamiento.....	118
10.2.3	Aspectos culturales.....	118
11	APÉNDICE. ESTUDIO HIDROMORFOLÓGICO COMPLETO.....	120

1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental Regional delimitado para el Proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna terrestre y marina presentes en el SAR; además se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del SAR, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización ambiental del Sistema Ambiental del proyecto. Además, se realizó la vinculación del SAR con los instrumentos de planeación y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP.

Es importante mencionar que en la zona del SAR se han sometido a evaluación de impacto ambiental y autorizados por la SEMARNAT, una serie de proyectos que han requerido de la realización de estudios técnicos de las condiciones ambientales de la zona de manglar, duna, playa y zona marina para sus *MIA-R: Programa de rehabilitación de Mantenimiento del Manglar del proyecto KANA1*; *Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete - Punta Maroma: Desarrollo TRES RÍOS2*; *Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete-Punta Maroma: Desarrollo Turístico MAYAKOBA3*, los cuales han permitido analizar desde diferentes perspectivas parte, o la totalidad del Sistema Ambiental (SA), en el que se encuentra inmerso el proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas”, su problemática ambiental ante los procesos erosivos imperantes y las estrategias que proponen implementar para adaptarse a estos cambios, tanto con un enfoque local como regional.

2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SAR).

La delimitación del SAR tiene como objeto, tener un espacio finito y concordante con las dimensiones del proyecto que se somete a evaluación, sobre el cual se realizó una descripción clara y precisa de los elementos naturales del sistema ambiental incluyendo los componentes antrópicos y los aspectos socioeconómicos del área, bajo el entendido de que estos últimos, son relevantes en los procesos de transformación del medio natural en una escala de tiempo ecológico. Adicionalmente, el SAR nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

¹ Bitácora: 23QR2012T0034

² Bitácora: 23QR2014T0005

³ Bitácora: 23QR2012T0034

La delimitación del SAR para el proyecto, se hizo tomando en consideración los elementos del paisaje, es decir, lo biótico, abiótico y antrópico. En este sentido el SAR está compuesto por dos componentes ambientales, el terrestre y el marino, los cuales se definieron a partir de los elementos físicos del paisaje y la unidad fisiográfica denominada Punta Maroma – Punta Bete, extendiendo sus límites para comprender los elementos que comprenderá el proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas” y el área de influencia inmediata.

2.1. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SAR.

El Sistema Ambiental (SAR) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto** El proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina de la Fracción 2 de la Fracción 3 del Predio Punta Bete, ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. Considera la extracción de arena de un banco ubicado a 12.6 km al norte.
- **Límites del polígono terrestre del SAR:** Para la porción terrestre del polígono del SAR, se consideraron los límites Oeste, Este y Sur establecidos para la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 17 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, donde se encuentra inmerso el proyecto. Esta UGA presenta los siguientes límites fisiográficos: limita al Oeste con la carretera Federal 307, al Este con el Mar Caribe, mientras que al Sur limita con la zona urbana de playa del Carmen, la UGA 10.

De igual forma, dicha delimitación se consideró en función de las características ambientales y funcionales de la unidad fisiográfica Punta Bete – Punta Maroma la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros.

En cuanto al límite norte del SAR, se delimitó en función de la infraestructura turística que fragmenta la unidad de humedales costeros referidos en el párrafo anterior.

- **Límites del polígono marino del SAR:** se consideró la unidad fisiográfica Punta Bete – Punta Maroma misma que se encuentra delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción de litoral y cuya existencia está delimitada por estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona en forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud en sentido Norte-Sur (Juárez *et al.*, 2006), y en algunas zonas bidireccional dependiendo del oleaje dominante.

Asimismo, se tomó de base el análisis de celdas litorales realizado en los estudios hidrográficos del proyecto. Considerando que la playa de Grand Velas Riviera Maya forma parte de un sistema de playa longitudinal con arena calcárea, se ha determinado que el sitio de interés forma parte de una macrocelda, una mesocelda y una microcelda litoral. Macro celda litoral: esta celda se encuentra delimitada al Sur por Punta Venado y al Norte por Punta Maroma. Mesocelda litoral: esta forma por límites naturales o artificiales que detienen o disminuyen el acarreo litoral longitudinal en una franja más corta que la macrocelda, en este caso está definida entre Punta Xcalacoco al Sur y al Norte por Punta Maroma. Microcelda litoral: esta celda es una fracción del área de la mesocelda litoral descrita anteriormente que a su vez es subconjunto de la macrocelda litoral. Se considera de cierta forma independiente a las demás ya que el transporte longitudinal entre microceldas es interrumpido al Norte por la escollera de la marina de Hacienda Tres Ríos y al Sur la saliente de Punta Xcalacoco.

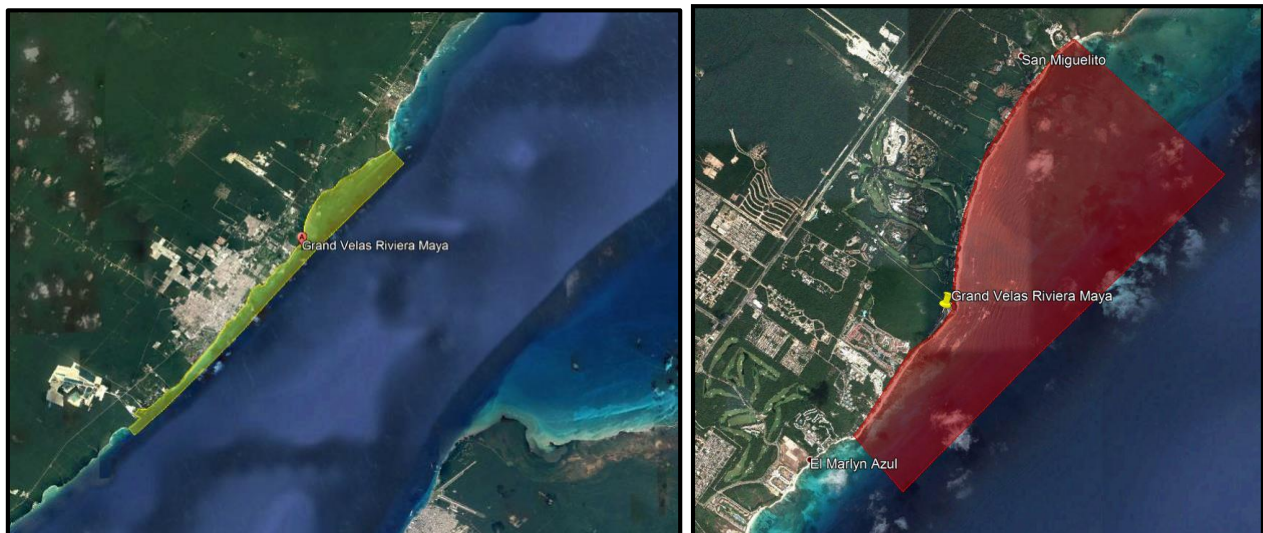


Figura 1. Izq. Macro celda litoral definida para el análisis de sedimentos del proyecto y de la cual se tomó el límite norte del sistema ambiental. El recuadro amarillo muestra la celda litoral independiente. Los límites de la celda se deben en el Sur a una zona totalmente rocosa y al Norte a un cambio fuerte de dirección por la presencia de una forma curva en la línea de costa. La salida del sedimento es hacia aguas profundas. Der. Microcelda litoral, de la cual se tomó como límite sur para el sistema ambiental en Punta Xcalacoco.

La ubicación del banco de arena propuesto a utilizar en el proyecto y la pluma de dispersión que generaría su extracción, también se consideró como criterio en la definición del límite norte del SAR.

Analizando de manera integral las condiciones previas, el límite Norte del SAR marino se delimitó tomando en cuenta la ubicación y la pluma de dispersión del banco de arena considerado para el proyecto. En cuanto al límite Sur, se delimitó de acuerdo a la ubicación del límite de la microcelda litoral definida para los estudios de hidrodinámica. El límite Este corresponde a la isóbata de los 20 m, ya que hasta ese punto es donde se desarrolla el Arrecife Frontal Exterior, mientras que el límite Oeste es la línea de costa oficial tomada del POEL del Municipio de Solidaridad (2009).

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, lo cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. Mientras que para el componente marino, se realizó una caracterización a partir de una prospección marina, estudios de batimetría e hidrología, además de la fotointerpretación de una imagen satelital. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección marina, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

2.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

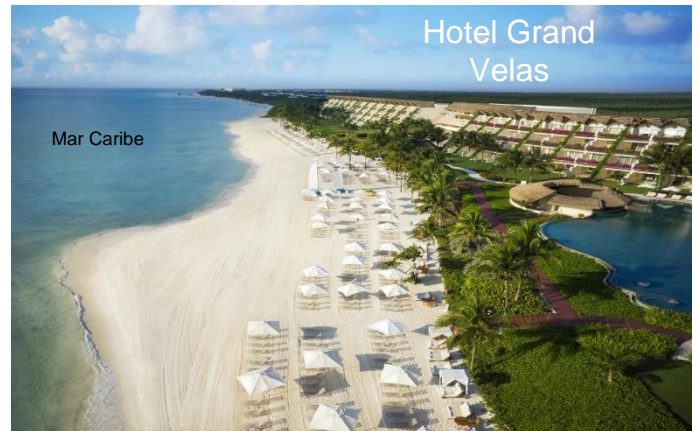
A través del análisis digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth pro, Sasplanet versión 121214, procesados en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de proyectos, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

La sección terrestre del SA presenta los siguientes límites físicos:

- Norte: Límite del predio del hotel Iberostar.
- Noroeste: Carretera Federal 307.
- Sur: El límite del predio del Hotel Grand Velas.
- Este y Sureste: la línea de costa del Mar Caribe;
- Oeste y Suroeste: Carretera Federal 307.



Límite Norte y Noroeste del SAR terrestre.



Izquierda: Límite Sur. Derecha: Límite Sureste del SAR terrestre.

La sección marina del SAR presenta los siguientes límites:

- Este: Hasta 2,660 m de distancia mar adentro donde se ubica la isobata de los 20m.
- Oeste: La pleamar y zona terrestre.
- Norte: La proyección hacia el Este y Oeste respecto del límite de ubicación del banco de arena.
- Sur: La proyección de la ubicación en el mar a la altura de Punta Xcalacoco.



Límite Este del SAR. Ambientes ubicados en la isobata de 20 m. **Izq.** Laja con macroalgas y **Der.** Canal de arena.



Límite Oeste: Pleamar y ZOFEMAT



Límite Sur: Punta Xcalacoco.

Conforme a lo anterior, se construyó en Sistema Ambiental el cual comprende la unidad fisiográfica Punta Xcalacoco – Punta Maroma (SAR PXc-PM).

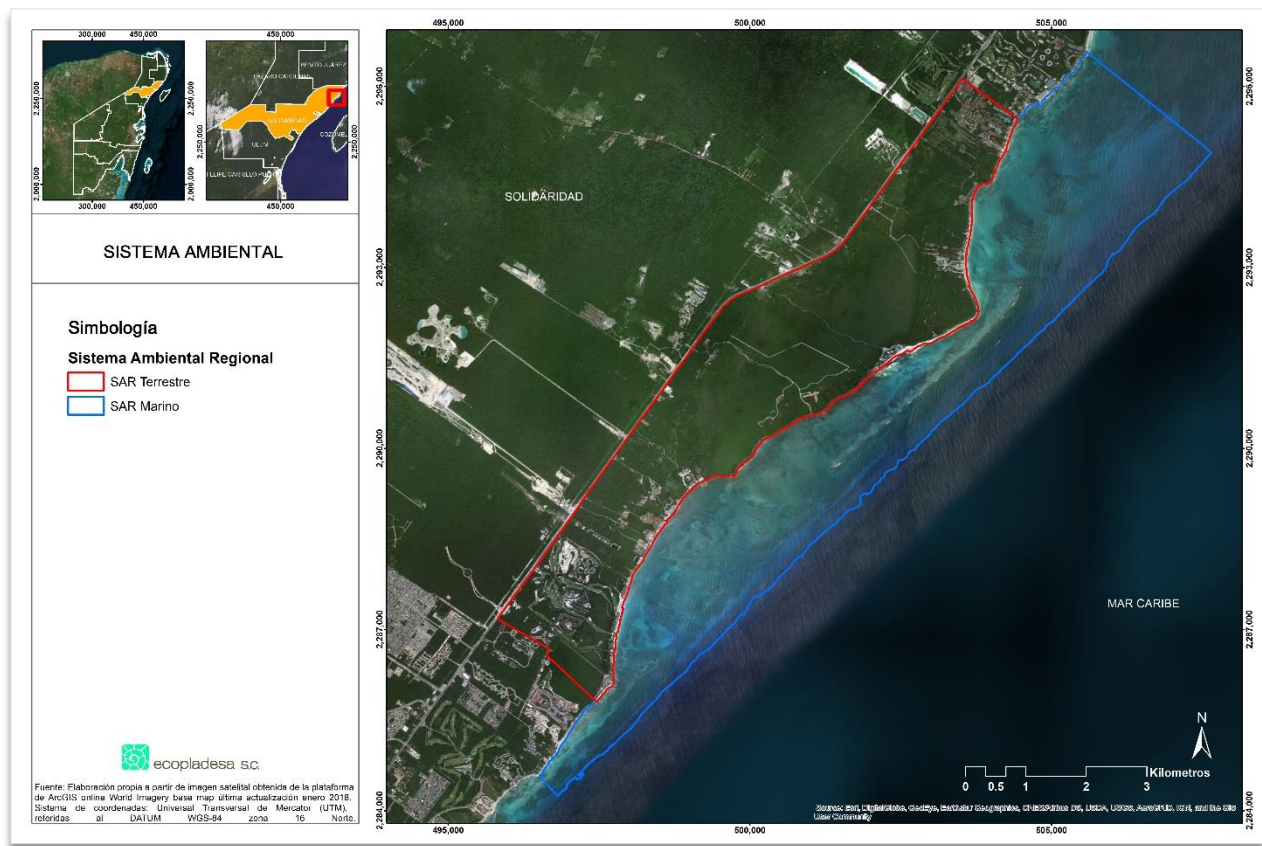


Figura 2. Se muestra el polígono del SAR en su porción terrestre y marina.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie de 4,631.48 ha, de las cuales una superficie de 2,141.36 ha (46.23%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 2,490.12 ha (53.77%) corresponden al componente marino (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies del Sistema Ambiental Regional.

Sistema ambiental regional	Superficie		
	m ²	Ha	%
Porción terrestre	21,413,600.00	2,141.36	46.23
Porción marina	24,901,200.00	2,490.12	53.77
Superficie total	46,314,800.00	4,631.48	100

Tomando como fundamento lo expuesto anteriormente a continuación, se presenta el Análisis del Sistema Ambiental Punta Xcalacoco - Punta Maroma (SAR PXc-PM). Dicho sistema ambiental forma parte de la denominada Riviera Maya o Corredor Cancún-Tulum y abarca la zona costera comprendida entre Punta Xcalacoco y Punta Maroma en el Municipio de Solidaridad del estado de Quintana Roo.

3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) TERRESTRE

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SAR del proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas”, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SAR, responden a las características geográficas y geológicas de la zona en la que se ubicará la infraestructura propuesta para el proyecto.

3.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SAR TERRESTRE.

Partiendo del sistema de información geográfica integrado para el SAR, se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes cartas temáticas publicadas por el INEGI, CONANP y la CONABIO, además de otros sistemas cartográficos elaborados por instituciones gubernamentales y privadas.

3.1.1 Clima.

Conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el SAR en su parte terrestre presenta un clima Aw1 (x´), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación termina y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Al mismo tiempo este clima presenta una temperatura media anual de 25.5 °C, con diferencias en las temperaturas medias mensuales entre el mes más frío y el más caliente de 5°C a 7°C, que lo ubica como isotermal con poca variabilidad. La precipitación media anual es de 1,224.7 mm.

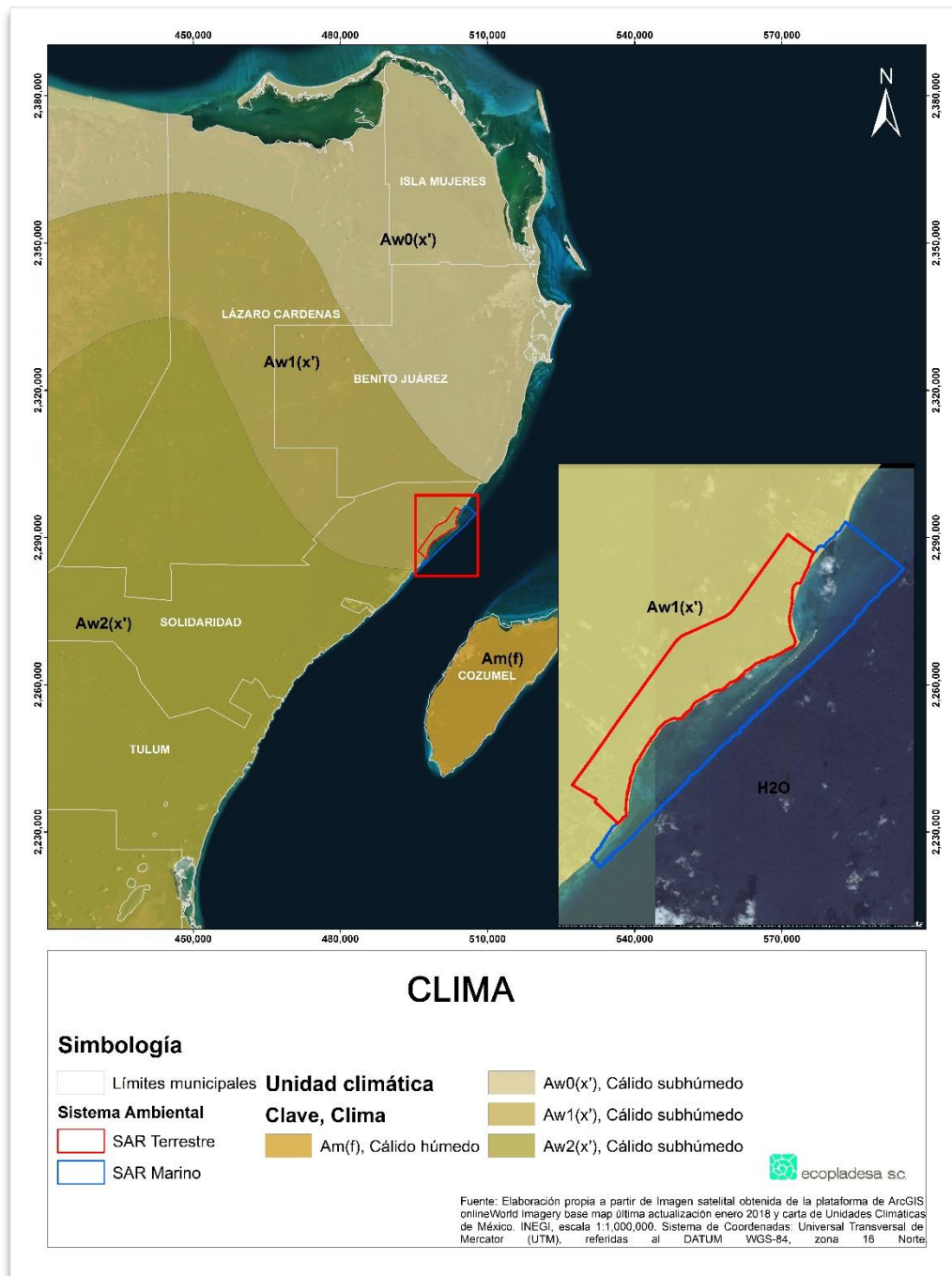


Figura 3. Se muestra la vinculación del SAR con las Carta de Unidades Climáticas de México.

Temperaturas promedio, mensuales, anuales y extremas. De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23163 de la ciudad de Playa del Carmen, la temperatura máxima promedio anual para el 2016 es de 30.8 °C y la mínima promedio anual se reporta en 21.5 °C, mientras que la media mensual oscila de 26.1 °C. en cuanto a la temperatura máxima extrema; para el 2016 se reportaron 37.0 °C para el mes de agosto, en tanto que la temperatura mínima extrema fue de 17.4 °C en el mes de noviembre de ese mismo año.

Precipitación promedio, mensual, anual y extrema. En cuanto a la precipitación, en el último año de registro (2016), se reportó una precipitación media anual de 904.1 mm.

Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas; la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de noviembre a abril, en la cual la precipitación promedio mensual llegó los 47.6 mm en el mes de diciembre. La segunda temporada es estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 231.1 mm, destacándose octubre como el mes con mayor precipitación.

Evaporación. Existe un índice de evapotranspiración total de entre 1000 a 1100 mm anuales; por lo que el agua proveniente de la precipitación se pierde casi en su totalidad dando lugar a un posible déficit de recarga. En el último año de registro para el índice evaporación con el que se cuenta es el año 2015, en este se reportó que la evaporación promedio mensual fue de 83.5 mm, mientras que la evaporación total anual llegó a 250.5 mm.

En la Figura 4 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento promedio de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1998 al 2016.

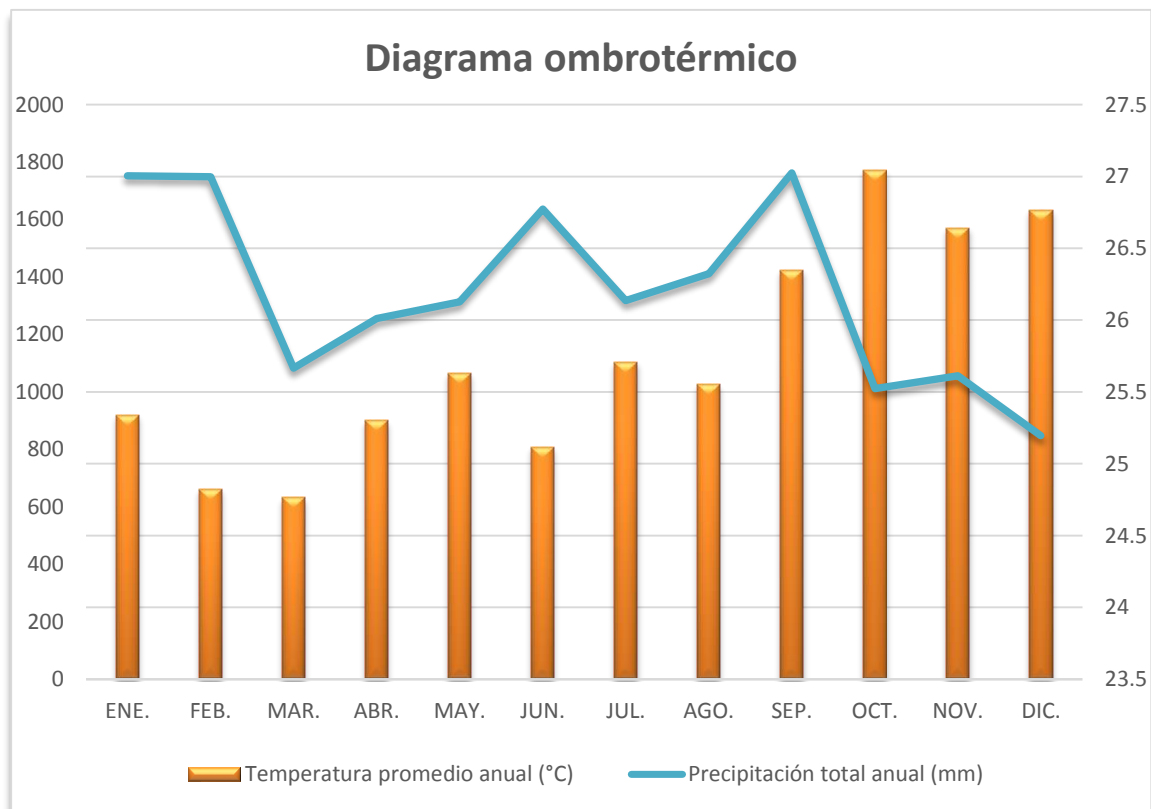


Figura 4. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23163 de Playa del Carmen para el periodo 1998 al 2016.

Humedad relativa. Los valores medios de la humedad relativa están en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente en la zona, siendo la humedad relativa promedio anual de 84%.

Vientos dominantes y eventos climáticos extremos. El viento en aguas abiertas fue variable con direcciones preferentes del Este, Noreste y Sureste con velocidades promedio de 6.16m/s sin embargo, durante los meses de agosto a octubre se presentaron vientos máximos de hasta 30 m/s atribuidos a paso de tormentas tropicales. Al igual que el oleaje, durante los meses de octubre a marzo se presentaron eventos esporádicos de viento proveniente del Norte con velocidades más intensas de lo normal (eventos denominados Nortes). Si además consideramos que el viento extremo es todo aquél viento que excede 2 veces la desviación estándar más el promedio de la velocidad (10.54 m), encontramos que solo el 3% de los datos se consideran viento de tormenta (Estudio de Hidrodinámica para este proyecto- Tecnoceano, 2017)

La zona se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos debido a su posición geográfica, que la hace vulnerable a huracanes y tormentas tropicales, así como a “nortes” y suradas o “surestes”. Entre los Huracanes que se distinguen por su efecto en la zona del proyecto pueden citarse a los Gilberto en 1988, Roxana en 1995, Emily y Wilma en 2005, y Dean en 2007.

3.1.2 Fenómenos Climatológicos.

El SAR definido para el proyecto es impactado por varios eventos climatológicos: huracanes, tormentas tropicales, nortes, y suradas o surestes.

Los huracanes son eventos climatológicos susceptibles de impactar cada año el sistema ambiental. En retrospectiva, los huracanes más importantes que han afectado el SAR durante los últimos 30 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán (Figura 5).

Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, situación que aconteció en algunas partes del sistema después del paso del huracán Gilberto y Wilma principalmente.

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Las suradas o surestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

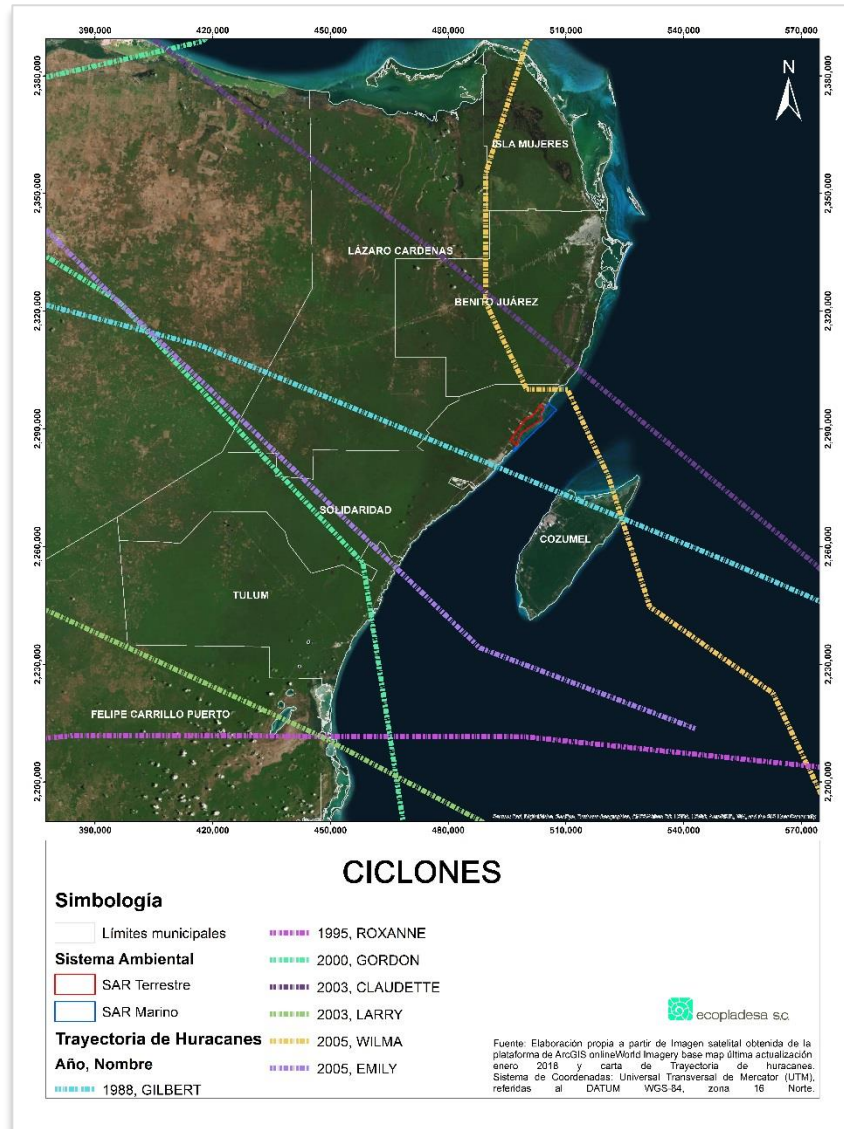


Figura 5. Trayectorias de los principales eventos hidrometeorológicos que han impactado la zona (Fuente: Storm Pulse, 2013).

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

3.1.3 Radiación o Incidencia Solar.

Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly = Langley = constante solar = 1.4, Cal/gr/cm²/min. En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el Norte y Sur de la zona; para la Porción Norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la Porción Sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados para la Porción Norte son ligeramente más bajos que los de la Porción Sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. También para el Norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

En el invierno la radiación solar promedio en el Norte es de 400 ly/día y en el Sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525 ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día. Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año, depende tanto de la posición del Sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del Sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región (Ilizaliturri, 1999).

Con relación a la calidad del aire en la zona no existen estudios o datos sobre este tema, sin embargo puede decirse que debido a la condición costera de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), la calidad del aire para la región es en general muy buena y libre de contaminantes.

3.1.4 Geología, Geomorfología y Fisiografía.

El SAR se encuentra dentro de la Provincia Geomórfica Zona Costera, la cual comprende gran parte de la Costa Oriente de la Península de Yucatán, misma que contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

De acuerdo con las Cartas Geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, el área del SAR está compuesta en su totalidad por rocas de tipo Caliza (cz), Litoral (li) y Lacustre (la) originadas en el periodo cuaternario (Q) y Terciario Pleistoceno (Tpl); esta clasificación se refiere al tipo de depósito que se puede observar en superficie; sin embargo, las calizas del terciario se pueden encontrar dentro del predio a cierta profundidad, por debajo de las calizas del cuaternario.

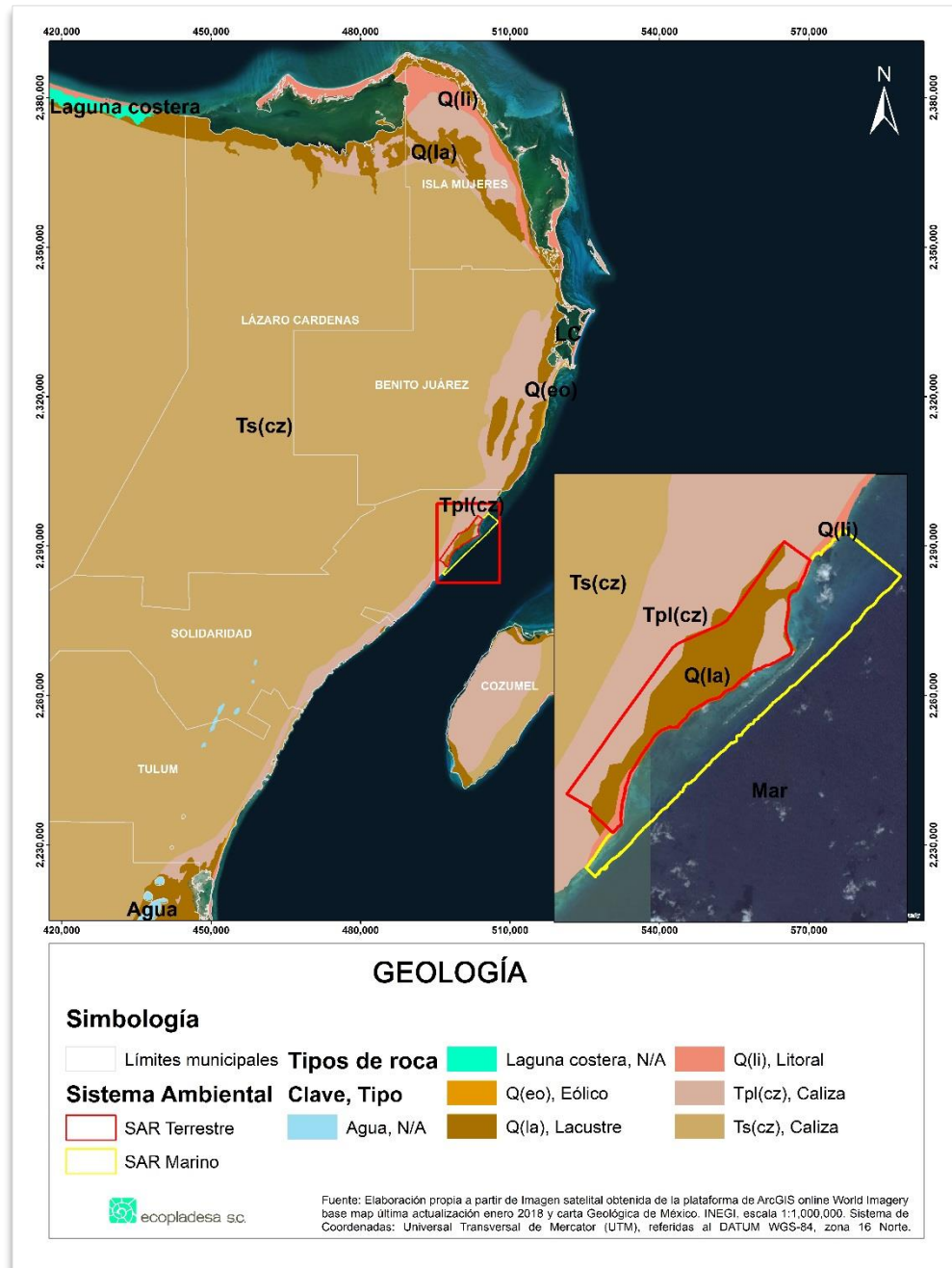


Figura 6. Se muestra la vinculación del SAR con la Carta Geológica.

Ahora bien, el relieve del SAR está representado por una superficie plana clasificada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado que representa el 100% de la superficie total del SAR.

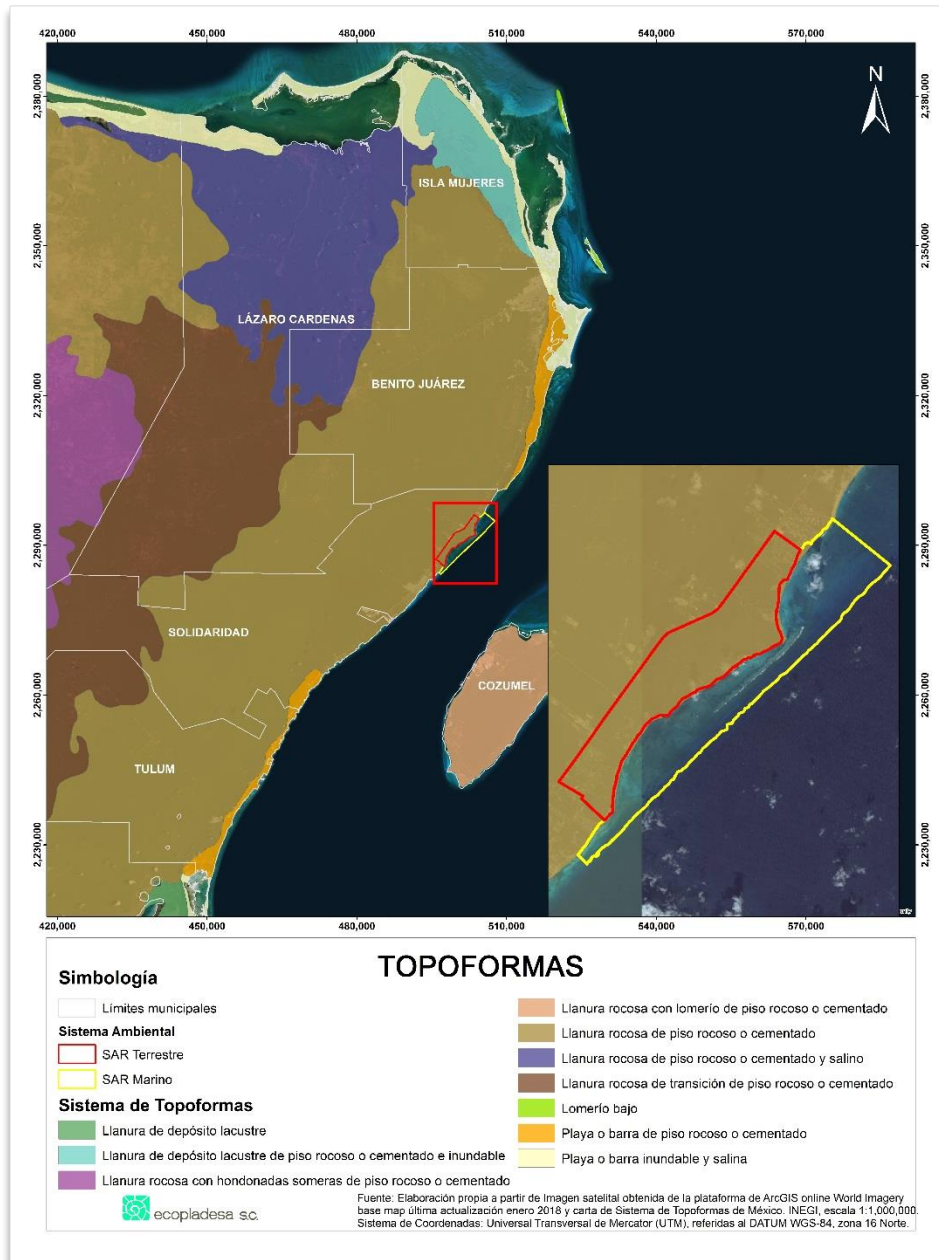


Figura 7. Se muestra la vinculación del SAR con la Carta de Sistema de Topoformas del INEGI.

El SAR pertenece a la Subprovincia Llanuras con Dolinas, es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5m.s.n.m. y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta Subprovincia se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (cenotes), en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de un sistema de drenaje superficial y sólo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables.

La fisiografía de la planicie costera es una amplia evidencia de la existencia de una planicie de paleodunas de playas que se formaron a partir de una costa de arena. Los granos del

material sedimentario son muy parecidos a los que se encuentran en una costa con depósitos conglomerados.

Durante el cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez, misma que limita de manera natural el polígono del SAR, por el borde interno de la planicie ondulada de antiguas playas o litorales, la cual se extiende paralela a la costa con predominio de selva baja de transición y selva baja subperennifolia. Hacia la costa, converge con la planicie o llanura de inundación, la cual presenta una amplia extensión de cuerpos de agua perennes, cubierta de manglar mixto, y manglar rojo, con presencia de matorral costero. El límite del SAR está dado por el frente supralitoral.

En el SAR afloran depósitos carbonatados del cuaternario, representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada.

3.1.5 Edafología.

Para la caracterización de los tipos de suelo del SAR del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que presenta los siguientes tipos de suelo:

Cuadro 2. Tipos de suelo en el SAR terrestre definido para el proyecto.

Suelo	clave	superficie		
		m ²	Ha	%
Solonchak	Zg+Gm/2/N	14,089,598.56	1,408.96	65.8
Rendzina	E+l/3/L	7,324,001.44	732.40	34.2
Superficie total del SAR		21,413,600.00	2,141.36	100

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que 1,408.96 Ha del SAR se encuentra predominada por suelos de tipo Solonchak órtico (Zo) y 732.40 Ha como Rendzina (E).

Las rendzinas son suelos someros de tipo arcilloso con profundidades no mayores a 50 cm que descansan sobre roca caliza. Se sabe que las rendzinas pueden ser el resultado de la intemperización o erosión de la roca caliza (en dado caso producto de un litosol); por lo que se puede intuir que hacia el continente el suelo es rendzínico como resultado de la intemperización de la roca caliza y el arrastre de partículas finas; mientras que hacia la costa la roca caliza es más joven con un menor grado de intemperización. En suelo natural, hacia la costa se deben observar afloramientos de roca; así como zonas en donde la barra arenosa descansa sobre roca caliza.

Los suelos de tipo Solonchak, Literalmente suelos salinos, se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más

bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo.

Cuadro 3. Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo (INEGI).

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. Se caracterizan por ser de color negro, ligeramente ácidos, poco profundos con altos contenidos de arcilla, y abundante humus sobre la capa superficial, con alta susceptibilidad a la erosión.
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypsico. Una característica es que tienen poca susceptibilidad a la erosión.

A la zona costera del SAR le corresponden depósitos carbonatados del cuaternario principalmente del Pleistoceno conformado superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor.

En cuanto a la estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación del suelo en el SAR puede decirse que los suelos Solonchak de los bajos inundables que caracterizan a la Unidad son de tipo arenoso-margoso, color gris claro, con drenaje deficiente por lo que pueden permanecer inundados ya entrada la temporada seca del año y un pH ácido debido a la cantidad de materia orgánica en descomposición que puede encontrarse en estas zonas de humedales.

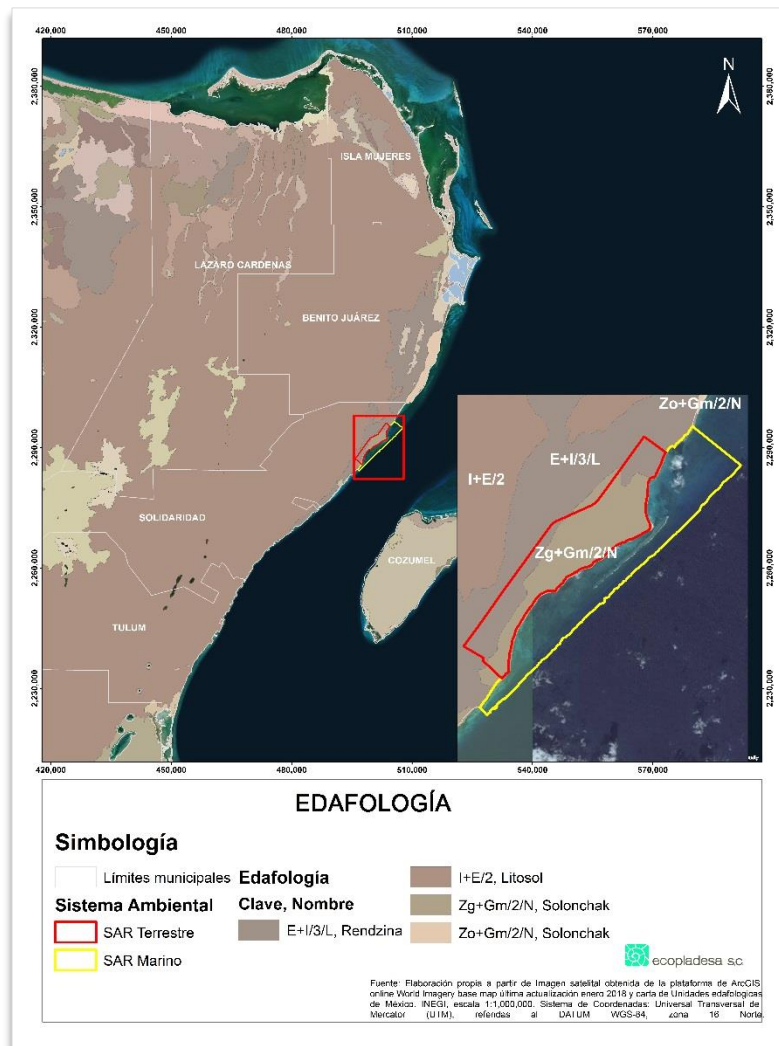


Figura 8. Se muestra la vinculación del SAR con las Carta Edafología del INEGI.

3.1.6 Hidrología.

El SAR se ubica en la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)⁴.

⁴ SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33⁵, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: “a” Benito Juárez; “b” zona continental de Isla Mujeres; “c” Lázaro Cárdenas; “d” Solidaridad; “e” Tihosuco; y la “f” Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el SAR se encuentra ubicado en la Subcuenca “a” Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 ha (Presidencia Municipal 2008-2010)⁶.

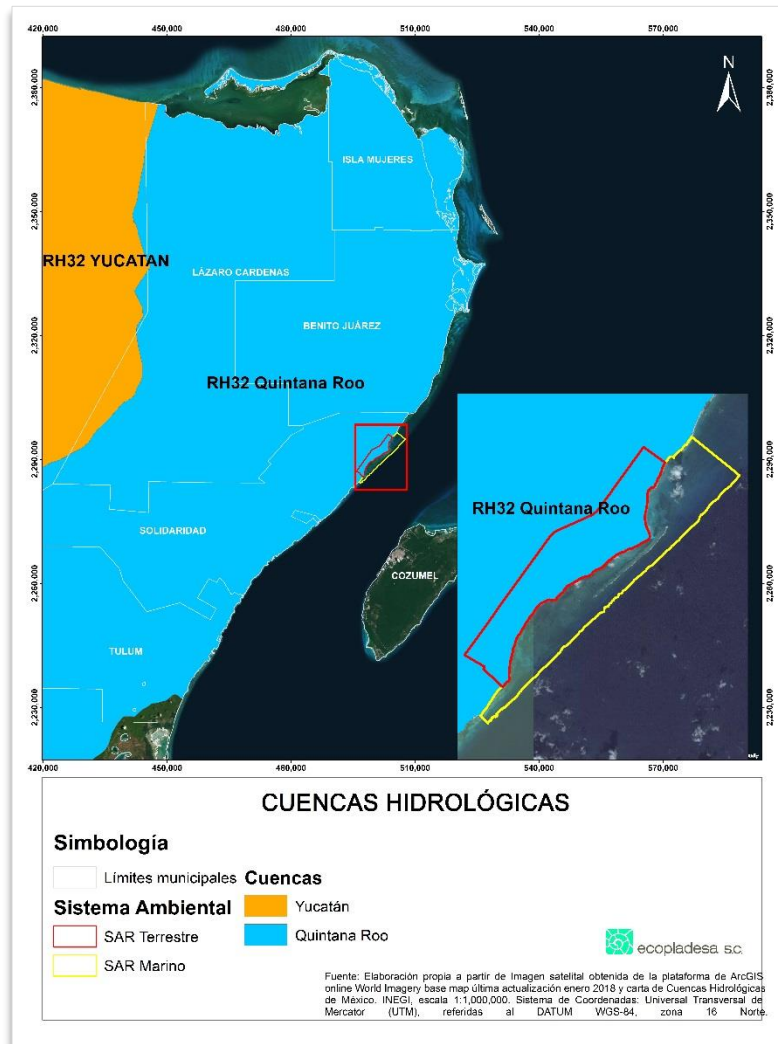


Figura 9. El SAR se encuentra en la Región Hidrología 32, denominada Quintana Roo.

Hidrología Subterránea Regional.

El SAR presenta los mismos patrones de hidrología que a escala regional de la península de Yucatán, es decir, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, reholladas, ojos de agua,

⁵ SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

⁶ Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

cavernas y grutas. La relativamente alta precipitación y la gran capacidad de infiltración del sustrato son propicias para la renovación del agua subterránea y la recarga en grandes porciones del territorio, los pocos escurrimientos superficiales, suelen ser en cortos recorridos.

Los niveles estáticos del Estado de Quintana Roo son más grandes hacia la zona de Nuevo Xcan y Tres Reyes ubicados al Oeste del Estado de Quintana Roo, en la porción central de la Península de Yucatán. Hacia la zona de costa el agua se encuentra más somera. Las fluctuaciones estacionales muestran que el nivel del agua asciende hacia la temporada de lluvias (octubre y noviembre) y desciende en los meses de sequía (julio y agosto). Se observa que los puntos con mayor carga hidráulica se encuentran en el Tintal-Punta Laguna (cerca de Nuevo Xcan) y van disminuyendo hacia la costa en donde se registran hasta 0.90 m por encima del nivel medio del mar; a excepción de la zona costera central cerca de Puerto Aventuras en donde se alcanzan alturas de 1 msnm. A su vez se observa una disminución en el potencial hidráulico en dirección hacia Cobá y Héroes de Nacozari. El comportamiento estacional de la zona de estudio es similar en la temporada de lluvias y sequías; con ligeras deformaciones en las equipotenciales generadas; sin embargo, se mantiene la dirección preferencial hacia Cobá, y en la costa se mantiene el comportamiento irregular del potencial hidráulico en la zona costera central cercana a Puerto Aventuras.

El flujo del agua subterránea se presenta en direcciones rectangulares preferentes siguiendo el patrón de flujo predominante partiendo de las zonas del Tintal y Punta Laguna y siguiendo dos trayectorias: 1. La primera va en dirección NE-SW según el patrón de fracturamiento, que controla el flujo predominante hacia Cobá; hasta alcanzar las costas. 2. La segunda trayectoria de flujo es hacia Nuevo Xcan y Agua Azul inicialmente; luego siguiendo el patrón de fracturamiento varía su trayectoria hasta alcanzar la línea de costa. Se puede mencionar que la zona costera Norte del estado tiene un comportamiento hidráulico diferente al acuífero regional principal debido a que pertenece a una unidad geohidrológica diferente y tiene diferencias en su litología y características. Se puede definir un flujo principal que va de la zona del Tintal, Naranja hacia Punta Laguna controlado por el fallamiento principal NE-SW; este flujo es afectado por un patrón de fracturamiento secundario NW-SE alcanzando la línea de costa entre Akumal y Xel-Ha, donde se registran grandes descargas de agua subterránea. Otra zona de descarga importante se encuentra entre Playa del Carmen y Playa Paraíso. Este comportamiento es estable en tiempo; es decir, el flujo de agua subterránea se comporta de manera similar en temporada de sequías y de lluvias. Se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Cancún y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patrón de fracturamiento principal (NWSE). En esta zona la descarga de agua subterránea se observa perpendicular a la línea de costa.

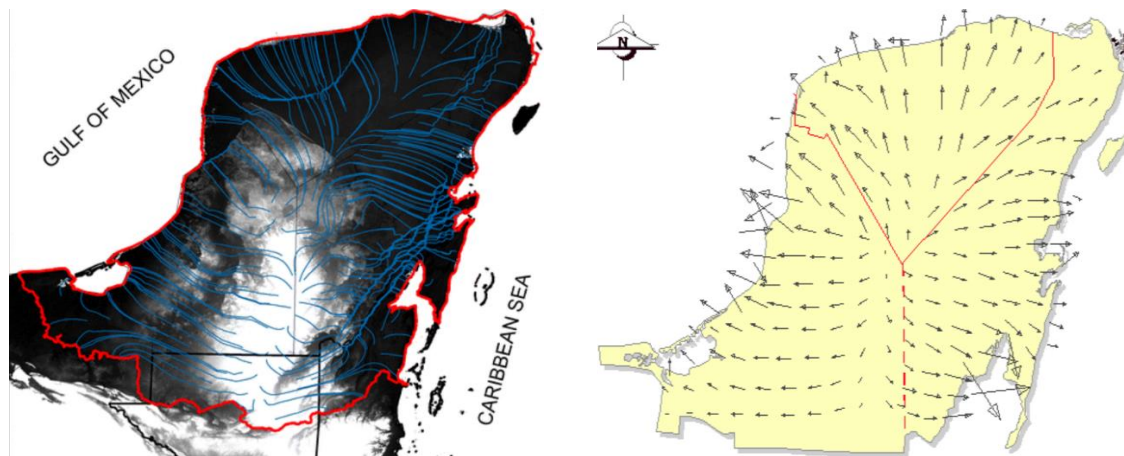


Figura 10. Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

De esta manera el drenaje subterráneo en la Península de Yucatán, constituye una red de drenaje subterráneo que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, como se muestra en la figura siguiente que relaciona la precipitación contra la variación del nivel freático en esta región.

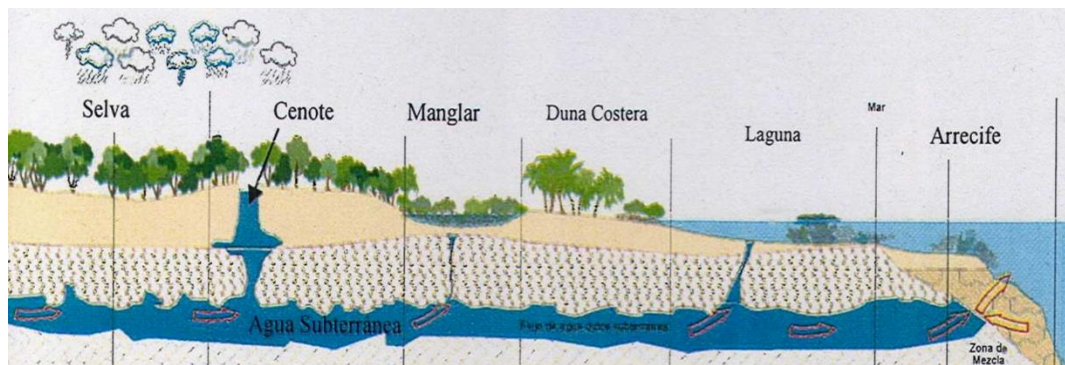


Figura 11. Esquema de los escurrimientos subterráneos de la península de Yucatán.

No obstante a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SAR del proyecto, convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación:

Material consolidado con posibilidades altas: Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano. Esta unidad se presenta en el sistema ambiental en una superficie de 528.25 ha.

Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos,

aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre. Del SAR, 1,407.84 Ha están en esta unidad.

La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

Material consolidado con posibilidades bajas: Se constituye por rocas ígneas, sedimentarias, vulcano sedimentarias y metamórficas. Presentan características no favorables para conformar acuíferos, debido a que la gran mayoría de los cuerpos rocosos son impermeables o de muy baja permeabilidad. Dentro del sistema ambiental esta unidad se encuentra en una superficie de 205.27 ha.

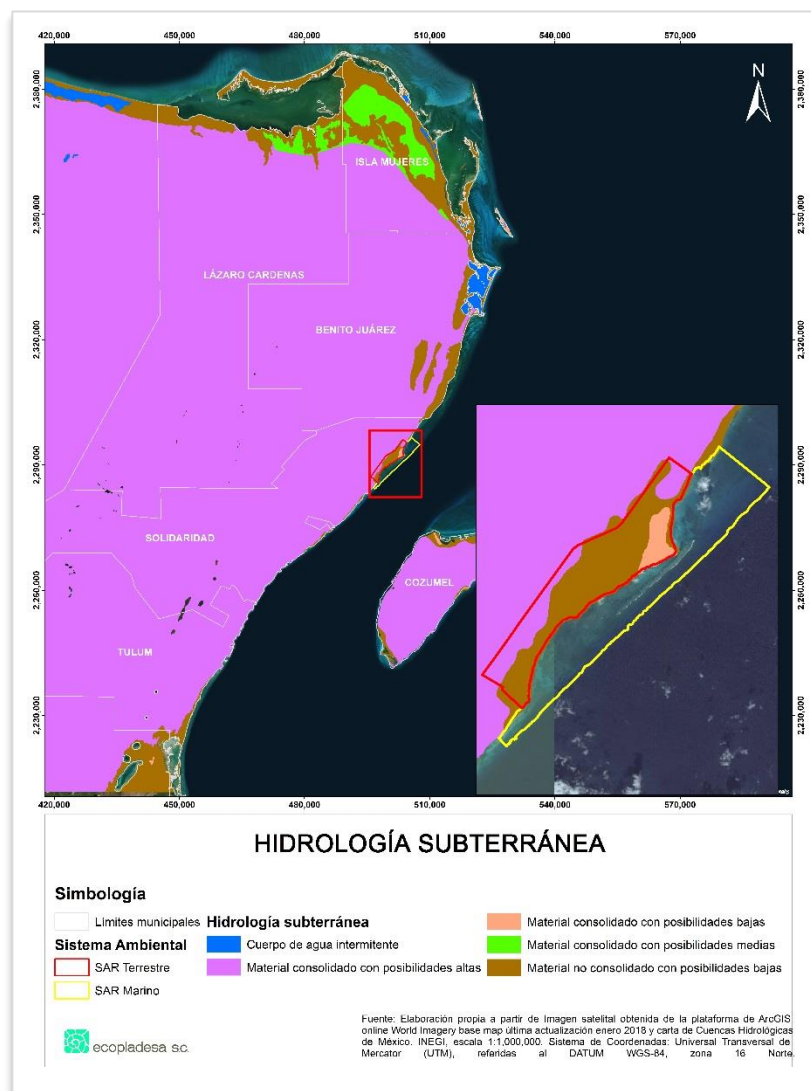


Figura 12. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SAR.

Hidrología Superficial Regional.

De acuerdo al INEGI, 733.52 Ha del SAR (34.25%) se ubican en la zona con coeficiente de escurrimiento 0 a 5% y, 1,407.84 Ha (65.75%) en la zona con coeficiente de 10 a 20%.

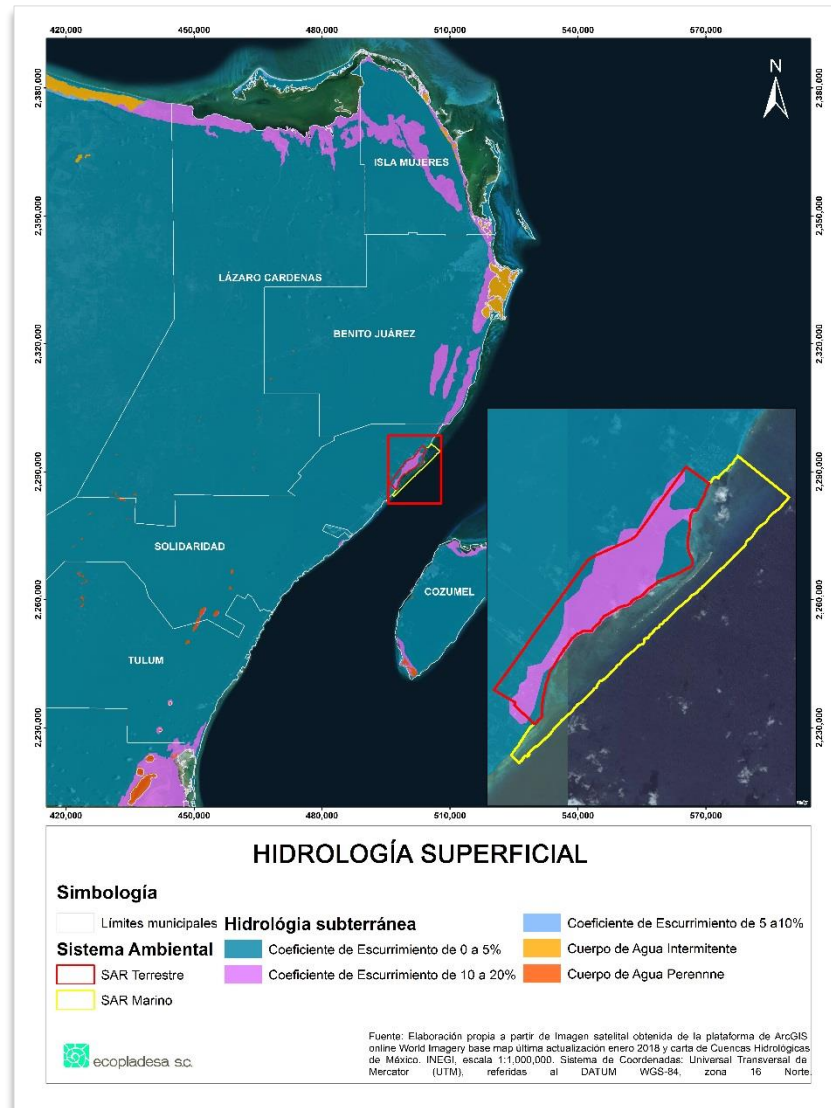


Figura 13. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

Hacia la zona costera se tiene la presencia de humedales que conforman zonas bajas o cuencas de manglar y cenotes abiertos. La porción terrestre del SAR se encuentra prácticamente en una unidad hidrológica de Humedales. El origen de esta depresión son los cambios sucesivos del nivel del mar durante el período terciario. La presencia del agua contenida en dicha unidad hidrológica se debe a que la elevación topográfica del terreno desciende por debajo del potencial hidráulico del acuífero; lo que hace que las aguas freáticas afloren y den lugar a zonas de humedales perennes; esto contrasta con la idea de algunos estudios en donde se menciona que el agua acumulada en los humedales es principalmente aportada por la precipitación pluvial. A su vez, la existencia de bocas que

conectan los humedales con el mar da lugar a un efecto de salinización estacional; no obstante, también se tiene salinización por medio de filtraciones subterráneas a través de la duna costera y a profundidad debido a las calizas cársticas.

3.2 MEDIO BIÓTICO DEL SAR TERRESTRE.

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SAR representa una superficie de 2,141.36 ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales y elementos antrópicos. A continuación se hará una descripción de los componentes ambientales que conforman el SAR terrestre, basándonos en la información cartográfica del INEGI, información bibliográfica y datos obtenidos de Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona y con autorización correspondiente.

3.2.1 Tipos de Vegetación.

De acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI (2013), la porción terrestre del SAR está compuesta por siete unidades ambientales, Selva mediana subperennifolia (SMQ), Vegetación de manglar (Vm), Pastizal cultivado (Pc), vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ), zonas desprovistas de vegetación (ADV) y asentamientos humanos (AH). Siendo la vegetación de manglar la unidad ambiental dominante, seguida de la selva mediana subperennifolia.

Cuadro 4. Se muestra la distribución de los usos de suelo conforme carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI.

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE m ²	Ha	%
Selva mediana subperennifolia	2,144,337.29	214.44	10.01
Manglar	11,965,274.31	1,196.53	55.88
Pastizal cultivado	775,320.91	77.53	3.62
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,945,220.08	194.52	9.08
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	2,578,461.32	257.85	12.04
Desprovisto de vegetación	128,849.13	12.88	0.61
Asentamientos humanos	1,876,136.96	187.61	8.76
Total	21,413,600.00	2,141.36	100.00

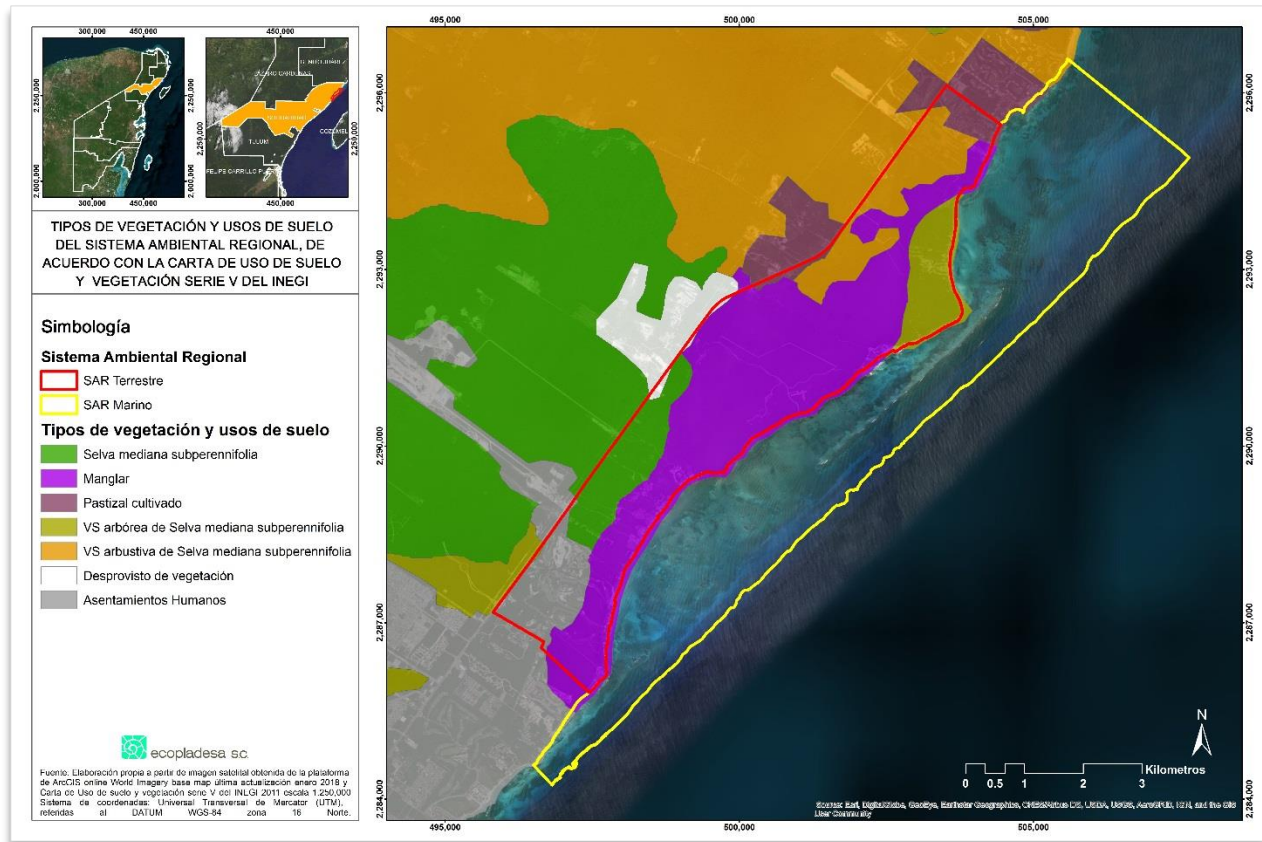


Figura 14. Se muestra los usos de suelo y vegetación del SAR conforme a la carta del INEGI serie V (2013).

Ahora bien, de acuerdo a la consulta bibliográfica realizada, se encontró que en la unidad fisiográfica determinada como el SAR del proyecto, se han realizado diferentes estudios que describen la vegetación dentro del mismo, por lo que a continuación se describirán los tipos de vegetación:

La SEMARNAT en su libro “Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma” (2006), describe que adyacente a la zona marina y en la porción continental entre Punta Bete y Punta Maroma, existen cuatro tipos de ecosistemas paralelos a la línea de costa: a) duna costera, b) humedales de manglar, c) zona de transición o ecotono de selva – manglar y d) selva baja subcaducifolia.

- Duna costera: esta se presenta a lo largo de la unidad fisiográfica pero se interrumpe en algunos sitios de la parte sur y central por la construcción de infraestructura costera. En este ecosistema se tiene registro de al menos 30 especies vegetales. En términos faunísticos, este ecosistema también es relevante, pues se tiene registro de al menos 43 especies animales, de las cuales 8 están en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Humedales de Manglar. Adyacente a la zona de duna, existe un sistema de planicies de inundación que permiten el desarrollo de un ecosistema de humedales de manglar. El humedal en cuestión, se distribuye desde el sur de Punta Bete hasta

la parte norte de Punta Maroma, donde su continuidad se interrumpe totalmente por la construcción y operación de infraestructura turística.

En el ecosistema de manglar se registraron al menos 20 especies vegetales, de las cuales 4 se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En términos faunísticos, el humedal es utilizado como hábitat de al menos 69 especies animales, de las cuales 7 especies se encuentran en la NOM antes citada.

- c) Ecotono Selva – Manglar. Esta zona de transición está dominada por elementos de selva baja subcaducifolia, se distribuye de sur a norte sin rebasar los límites de la unidad fisiográfica. Estudios para la región, revelan la existencia de cuando menos 20 especies vegetales y 36 animales, de las cuales 2 y 6, respectivamente se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- d) Selva baja subcaducifolia. Entre la carretera y el ecotono de selva – manglar, existe una zona de cordones litorales correspondientes a antiguas líneas de costa, que conforman la planicie que se extiende de sur a norte más allá de los límites de la unidad fisiográfica. Se desarrolla una selva baja subcaducifolia con diferentes grados de conservación. Se tiene el registro de al menos 111 especies vegetales y 99 especies de fauna. De las cuales 11 y 6 respectivamente se encuentran catalogadas como especies amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a las especies vegetales, se tiene el registro de 16 especies vegetales endémicas y 1 especie de fauna.

Para actualizar la caracterización de los tipos de vegetación y uso de suelo en el SAR terrestre, se realizó la realización digital en el Programa Arcgis versión 10.5, de un mosaico fotogramétrico construido con imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de ArcGIS online World Imagery base map con fecha de última actualización 18/09/2017, así como con imágenes obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI. Para esta realización se utilizaron los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Dicho plano presenta mayor detalle con relación a la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI, ya que está generado a escala 1:1500 cuando el INEGI considera una escala 1:250,000; y para la fotointerpretación se están utilizando fotos más recientes que las del INEGI. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SAR se reforzó con las visitas de campo realizadas en el mes de Octubre de 2017.

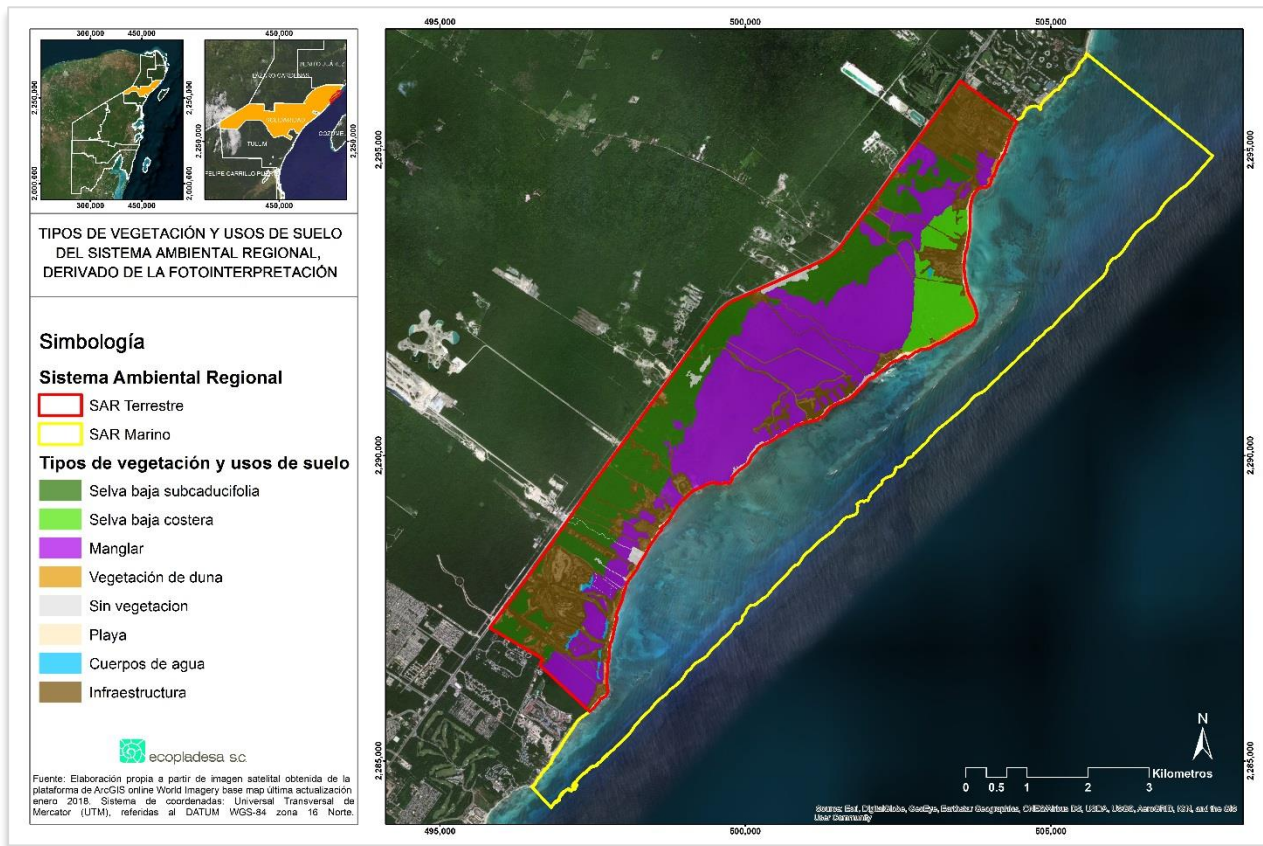


Figura 15. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación de imágenes satélites.

A partir de la fotointerpretación y verificación en campo de la vegetación y coberturas el suelo actualmente dentro del SAR, se obtuvieron valores para determinar las superficies de las unidades ambientales que lo integran, los cuales se presentan a continuación:

Cuadro 5. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SAR terrestre.

Tipos de vegetación	Superficie		
	m ²	Ha	%
Selva baja subcaducifolia	4,889,407.50	488.94	22.83
Selva baja costera	1,287,410.00	128.74	6.01
Manglar	8,848,755.70	884.88	41.32
Vegetación de duna	132,425.03	13.24	0.62
Subtotal	15,157,998.23	1,515.80	70.78
Otras coberturas			
Playa	257,701.36	25.77	1.20
Cuerpos de agua	76,098.52	7.61	0.36
Sin vegetación	351,533.58	35.15	1.65
Infraestructura	5,570,268.31	557.03	26.01
Subtotal	6,255,601.77	625.56	29.22
Total	21,413,600.00	2,141.36	100.00

El Sistema Ambiental Regional determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas

principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera.

Vegetación de duna costera: Esta vegetación se presenta solamente como parches aislados en el SAR, ya que en la mayor parte de la superficie que ocupaba se han establecido los desarrollos inmobiliarios. En estos últimos han prevalecido únicamente las especies de forma de vida herbácea, arbustiva y palmas, por la estética de los desarrollos.

Son pocas las áreas donde se observan en condiciones más naturales, y estas zonas están asociadas a la ausencia de desarrollos en dichos lotes. En la cercanía de la playa, se desarrolla la vegetación pionera, la cual crece sobre el sustrato arenoso móvil. Dentro de las especies documentadas en esta vegetación, sobresale, *Ipomoea pes-caprae*, *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Scaevola plumieri*, *Sporobolus virginicus*, *Cordia dodecandra*, *Thrinax radiata*, *Coccoloba uvifera*, *Ambrosia hispida*, *Hymenocallis litorallis*, *Cocos nucifera*, por citar las más representativas.

Adicionalmente, se documentó la presencia de pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), especie catalogada como invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y de la especie exótica *Terminalia catappa* (Almendro).



Figura 16. Se muestra el estado general que guardan los parches mejor conformados de vegetación de duna costera del SAR.

Manglar (zona de humedal): Para este tipo de vegetación, se tienen registros de cuatro especies: mangle rojo o mangle chaparro (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Siendo la especie *Rhizophora mangle* la de mayor densidad, seguida de la especie *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*. La altura promedio de estas especies oscilaron entre los 2.5 m a 8 m, siendo la especie *Rhizophora mangle* la especie con menor altura y la especie *Conocarpus erectus* la de mayor altura.



Figura 17. Se muestra de manera general el estado que guarda la vegetación de manglar.

Es importante señalar que dentro de las zonas de humedal, se desarrollan petenes que corresponden a áreas elevadas donde se presentan especies como tasiste (*Acoelorrhaphes wrightii*), chicozapote (*Manilkara zapota*), chechem (*Metopium brownei*), chaca (*Bursera simaruba*), palma chit (*Thrinax radiata*), por citar los más representativos.

Desde el punto de vista hidrológico y geomorfológico, el humedal se ubica en una planicie o llanura de inundación. El drenaje superficial en dichas zonas, está determinado por la época del año: en la época de lluvias, existen dos componentes uno dominante que es perpendicular y en dirección hacia la línea de costa determinado por el drenaje regional, y el segundo componente, que es secundario y determinado por las lluvias y la pendiente del terreno (la orientación dominante es en sentido NE-SO).

En la época de secas, el drenaje superficial, corresponde estrictamente a la exposición del manto freático que forma una unidad continua en todo el humedal.

El proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades. Se estima para el SAR un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m³/d por m² de área unitaria ubicada sobre la línea de costa. En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que sus características físico-químicas y calidad dependen del rango de mareas y del drenaje subterráneo de agua dulce (CAPA, 2005 y 2006).

Selva baja subcaducifolia: De acuerdo con las características que presenta la vegetación de selva dentro del SAR se clasificó como de tipo subcaducifolia ya que las especies que dominan en ella pierden la mayor parte de sus hojas durante la época de secas. De acuerdo a las perturbaciones que ha sufrido este ecosistema en el pasado por lo menos en los últimos 25 años, se considera que la vegetación de selva baja subcaducifolia se encuentra en proceso de recuperación.

La cobertura de esta vegetación cubre aproximadamente 488.94 ha que representan el 22.83 % del SAR. Su distribución forma una franja que va desde la carretera federal hasta el límite con la cuenca inundable donde se desarrolla el manglar. La zona del SAR donde la franja de selva es más amplia tiene aproximadamente 1 km de ancho, mientras que en su zona más angosta presenta aproximadamente 0.4 km de ancho.

Esta vegetación está representada por tres estratos: 1) El estrato arbóreo el cual está conformado por individuos de 2.5m -15m de altura. 2) el arbustivo, representado por individuos de 1-9 m de altura, y 3) el herbáceo, integrado por plantas rastreras, plántulas de árboles y otras especies menores a 1 m de altura.

- **Estrato Arbóreo:** Este estrato es muy homogéneo, sin embargo, presenta evidencia de perturbaciones tanto naturales como antropogénicas. Las especies dominantes son el *Mastichodendron foetidissimum*, *Manilkara zapota*, *Vitex gaumeri*, *Busera simaruba* y *Astronium graveolens*, cuyos diámetros promedio se mantienen en 6 – 10 cm.
- **Estrato arbustivo:** El estrato arbustivo también se presenta de manera muy heterogénea en todo el SAR. Las perturbaciones evidentes que afectan a este estrato provienen de disturbios como brechas y caminos, desmontes e incendios. Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa en este estrato fueron *L. latisiliquum*, *C. nitida* y *N. coriaceae*. Este estrato se ha encontrado expuesto a menos perturbaciones que el arbóreo, derivado probablemente de ser un estrato más joven y dinámico.
- **Estrato herbáceo:** El estrato herbáceo de la selva baja subcaducifolia lo constituyeron plántulas de especies encontradas en los estratos arbustivo y arbóreo, así como algunas especies de porte herbáceo como *Gossypium sp.*



Figura 18. Vista de la selva baja en unas secciones del SAR.

3.2.2. Especies endémicas.

Dentro del Sistema ambiental, existen reportadas 16 especies endémicas, mismas que se enlistan a continuación.

Cuadro 6. Especies endémicas de la unidad natural de humedales costeros Punta Bete – Punta Maroma.

Familia	Especie	Nombre común
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus standi</i>	<i>Suficalla</i>
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	<i>Akitz</i>
	<i>Thouinia paucidentata</i>	<i>Kanchunup</i>
Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	<i>Huano</i>
	<i>Thrinax radiata</i>	<i>Chit</i>
Celastraceae	<i>Rhacoma gaumeri loes</i>	
Ebanaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	<i>Silil</i>
	<i>Eugenia mayana</i>	<i>Guayabillo</i>
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Katzin
	<i>Caesalpinia gaumeri greenm</i>	Kitanche
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	<i>Chakte</i>
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	<i>Majahua</i>
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	<i>Xul</i>
Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i>	
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	<i>Yaaxnik</i>

3.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro de las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se tienen 5 especies: 1) *Thrinax radiata* (palma chit), 2) *Conocarpus erectus* (botoncillo), 3) *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), 4) *Rhizophora mangle* (mangle rojo), 5) *Avicennia germinans* (mangle negro).



Figura 19. Se muestran algunas de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A) Palma chit (*Thrinax radiata*), B) Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); C) Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y, C) Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Otras de las coberturas identificadas en el sistema ambiental son:

Playa. Las playas al igual que la duna costera, están modeladas por procesos geomorfológicos como la acción del agua marina y del viento y procesos biológicos como la sucesión vegetal con la consecuente estabilización del sistema. Estos factores están en constante interacción y determinan la dinámica espacial y temporal de las mismas, permitiendo el desarrollo de plantas y animales con formas de crecimiento y adaptaciones muy variadas.



Playa frente al hotel Grand Velas. **Izquierda**, sección norte. **Derecha**, sección sur



Playa frente al hotel Secrets.



Playa Hotel H10-Ocean Maya



Playa frente al Hotel Blue Bay Grand Esmeralda. **Izquierda**, sección norte. **Derecha**, sección sur.

Cuerpos de agua: Esta cobertura se refiere a tres cenotes localizados al sur del SAR, los cuales mantienen un espejo de agua bien definido a lo largo del año. También se refiere a aquellos cuerpos de agua formados de forma artificial, producto de extracciones de materiales pétreos, los cuales con el tiempo se han mantenido inundados.





Figura 20. Se muestran los cenotes ubicados al sur del SAR



Figura 21. Se muestran los cuerpos de agua artificiales pertenecientes al complejo Mayakoba y que se encuentran dentro del SAR.

Áreas sin vegetación: Esta cobertura se refiere a aquellas superficies del SAR que carecen de vegetación. Dentro del SAR, esta cobertura se distribuye principalmente en la zona de manglar, colindante a la costa y fueron desmontas y rellenadas en apego a autorizaciones antiguas otorgadas por la autoridad ambiental en amparo a los instrumentos normativos que regían en ese entonces, y algunos de ellos fueron ejecutados de manera ilegal, generando cambios hidrológicos importantes en detrimento del manglar ubicado al sur de dicha zona. Así como áreas desmontadas para desarrollos que no se han construido.

Infraestructura: Esta cobertura se refiere a aquellas áreas con instalaciones principalmente de tipo turística, en dirección de norte a sur se identifican 12 proyectos turísticos en operación. El límite norte del SAR está determinado por el límite del predio correspondiente al hotel Iberostar, seguido del hotel Secrets Maroma. En la parte central se encuentra el hotel El Dorado Maroma, Blue Bay y Hacienda Tres Ríos, entre otros, continuando al sur está el Hotel Mayakoba, y finalmente el hotel Grand Velas, mismo que define el límite sur del SAR terrestre.

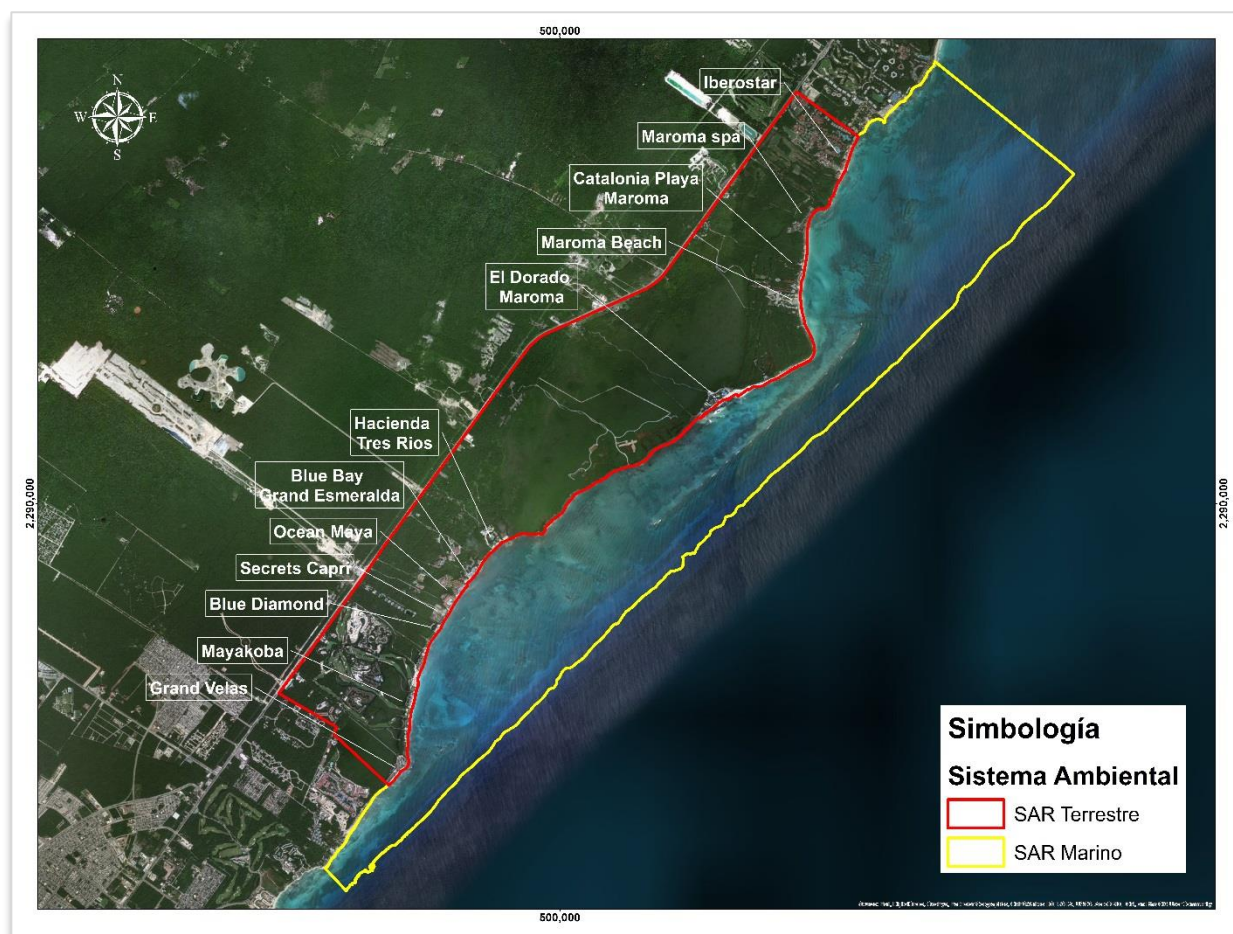


Figura 22. Se muestra de manera general la infraestructura considerada dentro del SAR.

Vialidades y Accesos: La principal vialidad en el SAR es la carretera Federal 307 que comunica Cancún con Chetumal, la cual es de tránsito continuo. Esta carretera es el punto de acceso para los lotes que se ubican hacia la playa, de ahí que perpendicular a dicha carretera se hayan abierto varias vialidades menores y accesos. Adicionalmente muchos propietarios han creado caminos o senderos dentro de sus propiedades con la finalidad de mantenerlas vigiladas, aun cuando no se haya desarrollado infraestructura de algún tipo en la zona.

3.2.4. Fauna registrada en el SAR.

De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SAR definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayacobá, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SAR están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %). La relación porcentual entre las diferentes clases de vertebrados terrestres en el municipio es similar a otras proporciones encontradas en diferentes sitios de la Riviera Maya con tipos de vegetación similares.

Cuadro 7. Composición taxonómica de la fauna de vertebrados registrados para la Unidad Fisiográfica Punta Bete-Punta Maroma.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Porcentaje
Anfibios	1	5	11	13	5.6
Reptiles	3	17	39	50	21.4
Aves	18	49	106	132	56.6
Mamíferos	7	19	31	38	16.3
Total	51	90	187	233	100

Entre las especies registradas, destacan: a) *Mycteria americana* (cigüeña americana), b) *Tachycephalus venulosa* (rana lechosa), c) *Ctenosaura similis* (iguana), d) *Poecilia velífera* (topote), e) *Basiliscus vittatus* (tolok), f) *Boa constrictor* (boa), g) *Crocodylus acutus* (cocodrilo), h) *Herpetoteres cachinnans* (halcónuaco), y i) *Nasua narica* (coati).



4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) MARINO

4.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SAR MARINO.

4.1.1. Batimetría del SAR.

La zona marina que colinda con la zona costera del SAR ha sido muy estudiada. Los últimos estudios que se han realizado en la zona corresponden a los de las MIA-R: a) Programa de rehabilitación y Mantenimiento del Manglar del proyecto KANAI, b) Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete - Punta Maroma: Desarrollo TRES RÍOS, y c) Programa de Rehabilitación y

Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete-Punta Maroma: Desarrollo Turístico MAYAKOBA.

La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SAR va de 0 m a -6 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -6.6 m a -20 m de profundidad.

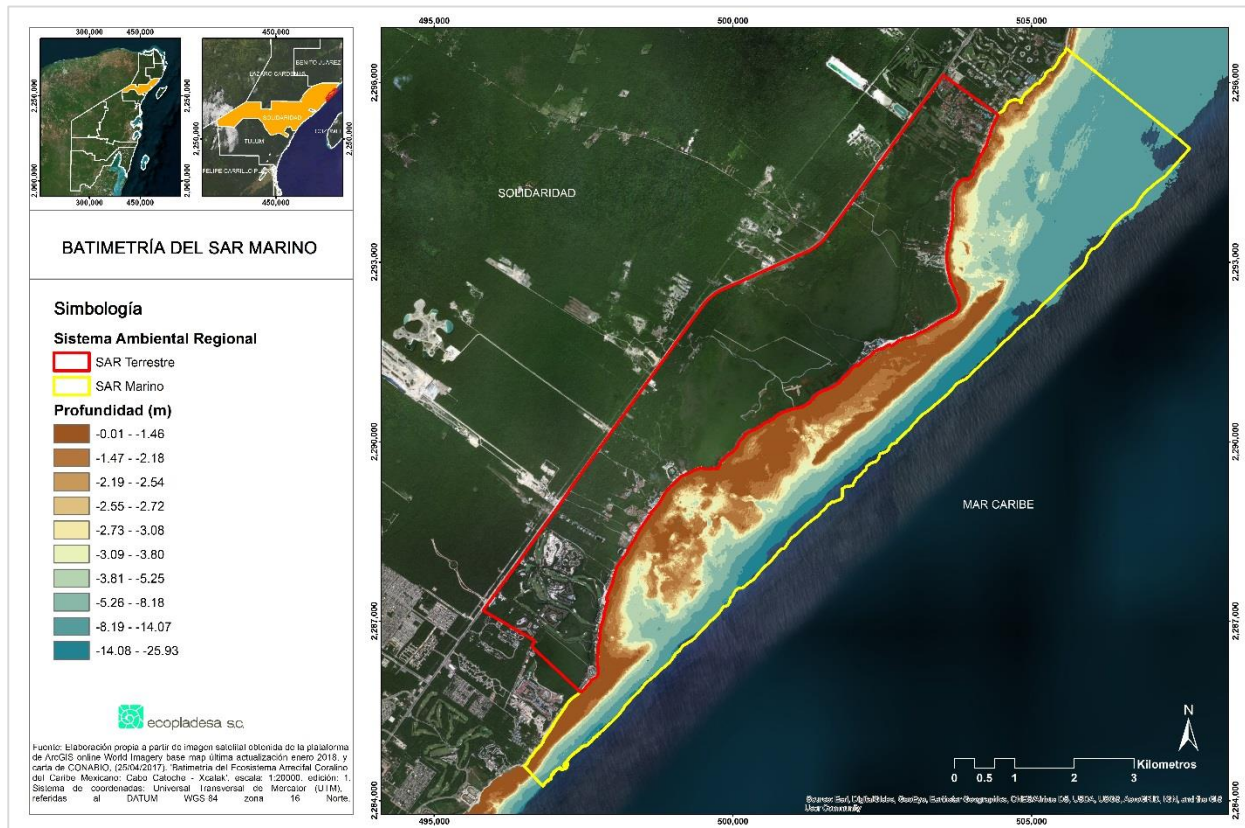


Figura 23. Se muestra batimetría del SAR marino de acuerdo con la CONABIO.

4.1.2. Dinámica Costera del SAR.

Para poder explicar las condiciones morfológicas y el grado de erosión que se presenta en el SAR marino, se procedió en primera instancia a la zonificación de la zona costera en tres áreas: norte, centro y sur, para poder identificar y describir de manera puntal la situación que guarda cada una de estas en cuanto al proceso de erosión que se presenta en todo el SAR. Siendo entonces que la sección norte corresponde al frente costero del hotel Iberostar y hasta el hotel El Dorado Maroma, la sección centro va desde el límite sur del predio del hotel El Dorado y hasta el límite sur del predio del hotel Tres Ríos, finalmente la sección sur quedó del límite sur del hotel Tres Ríos y hasta el Hotel Le Reve.

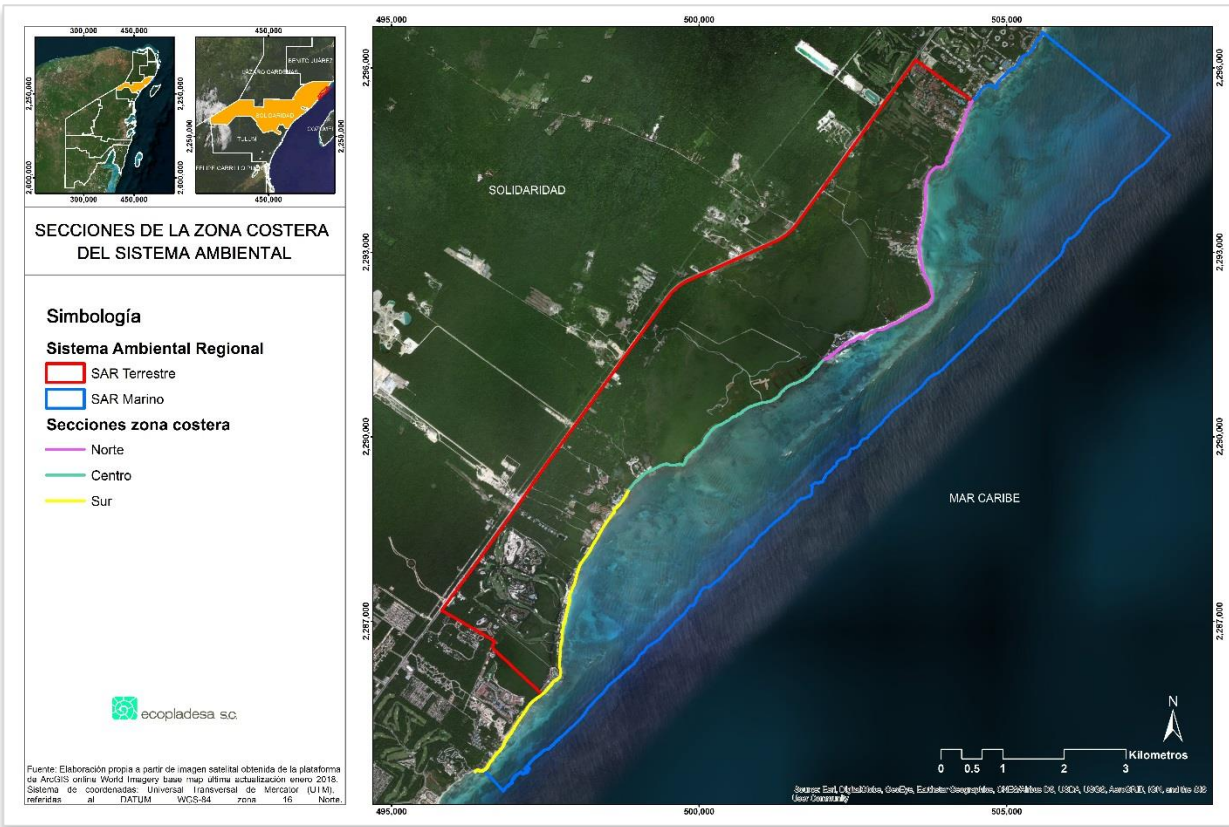


Figura 24. Se muestran las secciones de la zona costera para la descripción de los procesos de erosión del SAR.

Los problemas de erosión que sufren las playas dentro del SAR y en prácticamente todo el estado de Quintana Roo, no son resultado únicamente de la interferencia antropogénica en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, también es consecuencia de factores naturales.

Entre los factores de origen natural destaca los oleajes de alta energía asociados al paso de eventos hidrometeorológicos extremos, muy particularmente las tormentas y huracanes, que según diversos estudios muestran cada vez más una mayor intensidad, extensión territorial y frecuencia.

Desde el impacto del Huracán Gilberto en 1988, la costa en Punta Bete ha sufrido un proceso de erosión agravado por el oleaje derivado de las tormentas tropicales, nortes y huracanes. La empresa GPPA en 2004⁷ y 2006⁸, midió una tasa de erosión y retroceso en la línea de costa del Sistema Ambiental Punta Maroma - Punta Bete de 2.5 a 4.5m/año en promedio. Sin embargo, en los últimos meses de 2015 en el sistema ambiental Punta Maroma – Punta Bete se ha detectado una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás, al grado de presentarse un adelgazamiento de la playa de varios metros.

⁷ GPPA S. C., 2004. Evaluación del proceso litoral e implicaciones ambientales en el predio Mayakoba y la Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 70 p.

⁸ GPPA S. C., 2006. Caracterización y Diagnóstico Ambiental Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 223 p.

De igual forma, dicho proceso está relacionado con cambios en el transporte de sedimentario debido a cambios en los patrones generales de circulación de las aguas oceánicas por diferentes causas.

La elevación del nivel del mar, asociado a cambios climáticos globales, es otro factor natural que incide en la intensificación de la erosión. Brun (1998), demuestra que con los cambios en el nivel del mar, el perfil de la playa trata de adaptarse paulatinamente a las nuevas condiciones buscando una configuración de equilibrio. Estos cambios en la morfología del perfil requieren una cantidad extra de sedimentos, que de no obtenerlos por un ingreso neto de arena al perfil, los extrae erosionando la playa.

Los procesos tectónicos es otro factor de importancia. Con los cambios del nivel del mar generado por la actividad tectónica, la playa trata de adaptarse paulatinamente a las nuevas condiciones, buscando una configuración de equilibrio, que al igual que ocurre con la elevación del nivel del mar en el caso de los procesos de ascenso, se requiere una cantidad extra de sedimentos, que de no obtenerlos por un ingreso neto de arena al perfil, entonces los extrae erosionando la playa.

En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado también con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

Para la medición de la dinámica litoral, se recurrió al análisis de información geográfica disponible, imágenes de satélite y fotografías aéreas históricas, así como material reciente. Los resultados de estos análisis se presentan en dos apartados, el primero presenta información generada para el SAR, y posteriormente la información más particular y específica para el frente costero del predio donde se desplantara el proyecto.

Para determinar aproximadamente el grado de erosión costera en el SAR se utilizaron las siguientes imágenes:

- Imagen satelital Quickbird de 60 cm de resolución espacial de 2005.
- Imagen satelital Quickbird de 60 cm de resolución espacial de 2006.
- Imagen satelital plataforma Word Imagery de ArcGis online 2013.

- Imagen obtenida de la aplicación Google Earth pro, 2016.

Con la ayuda de imágenes geo-referenciadas en sistema UTM WGS-84, se digitalizó la línea de costa en cada una de ellas. Un resumen comparativo se presenta en la siguiente figura. De los resultados obtenidos se puede verificar que el proceso de erosión en la zona norte, es más evidente en punta maroma, donde la pérdida de playa es en promedio de 50 m de ancho sin registrar eventos de ganancia. De igual forma en el frente de playa del hotel el Dorado Maroma, la dinámica costera se encuentra inestable; en esta zona entre el año 2009 y el año 2017 el ancho de playa ha variado, ya que en el periodo de 2009 a 2013 tuvo un incremento en el ancho de playa de 45 m de ancho, pero del 2013 al 2017 se presenta una pérdida de playa de aproximadamente 30 m de ancho.

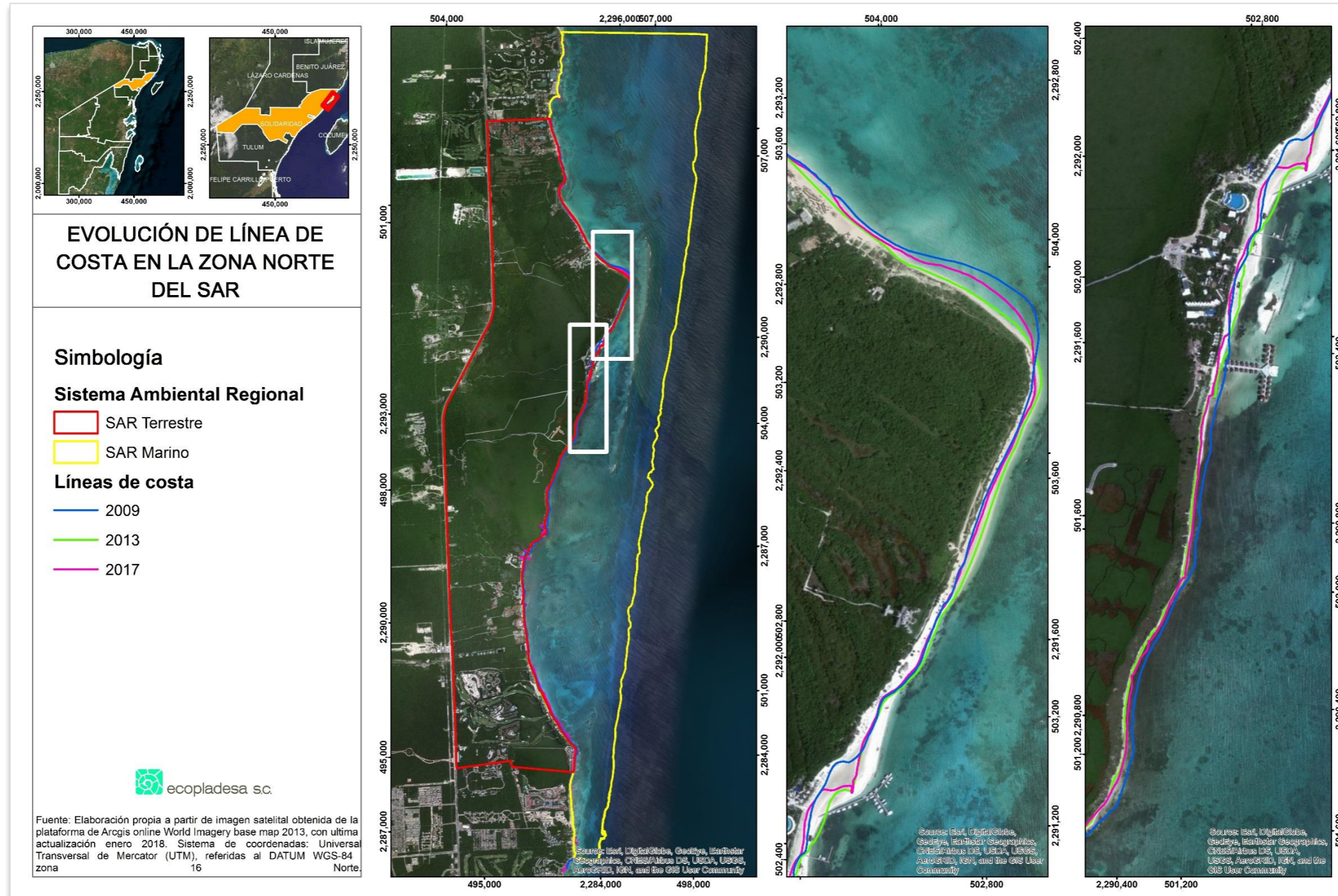


Figura 25. Comparación de la línea de costa en tres años en la zona norte del SAR.

La zona centro, que comprende del predio colindante al Hotel el Dorado Maroma hasta el predio del hotel Hacienda Tres Ríos, presenta una erosión promedio de 30 m de ancho de playa del 2009 al 2017. Las zonas con procesos de erosión más evidentes son: el frente del predio que colinda al sur del Hotel el Dorado Maroma, en el cual se pudo detectar que se han perdido en promedio 33 m de ancho de playa, y en la salida de agua de manglar que se encuentra a aproximadamente 625 m al norte del hotel Hacienda Tres Ríos, en este sitio se ha detectado una pérdida de 28 m de playa.

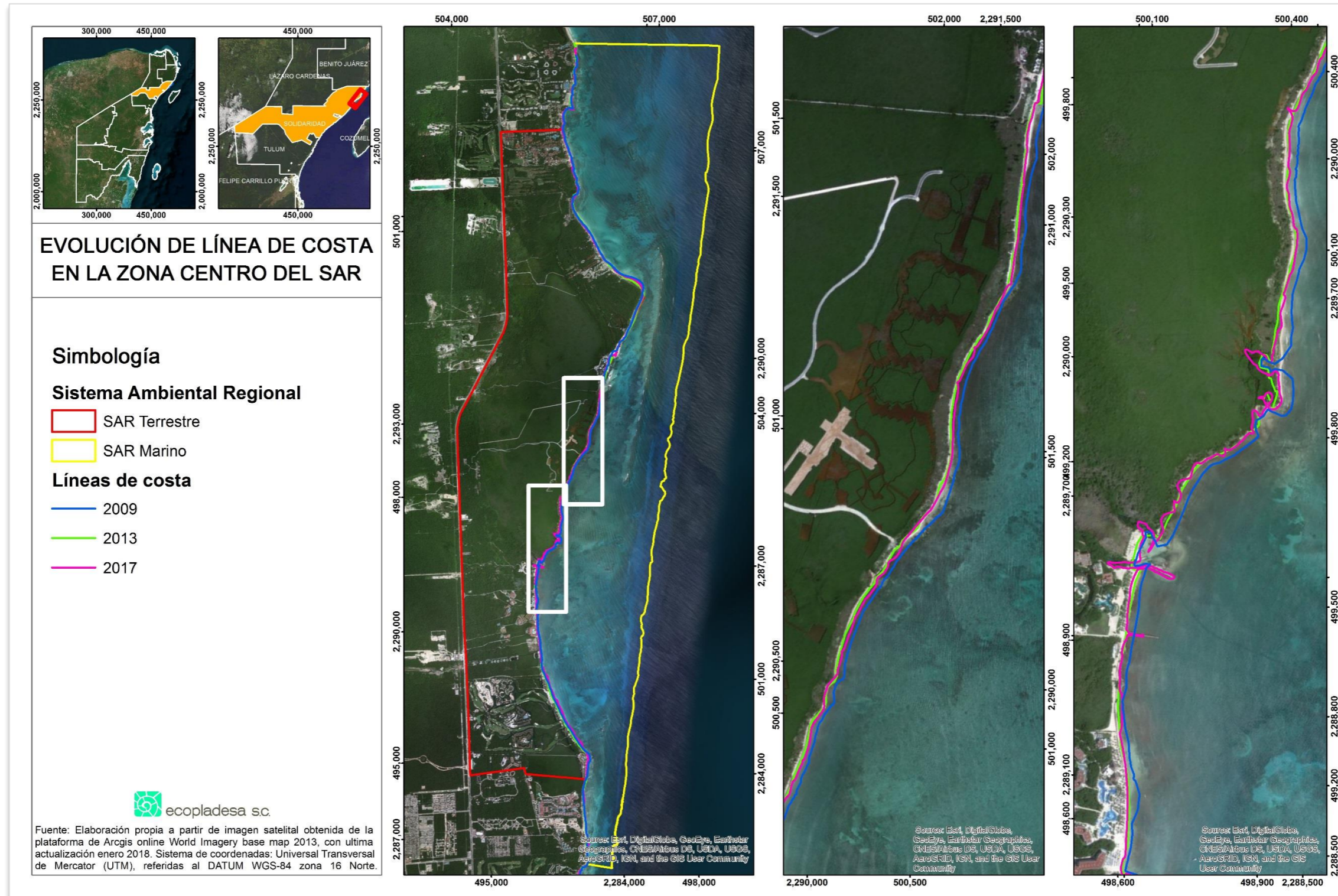


Figura 26. Comparación de la línea de costa en tres años en la zona centro del SAR.

Dentro de la zona Sur del SAR, es donde el proceso de erosión se ve agravado. Principalmente en los predios de Mayakoba y Grand Velas. En el predio de Mayakoba, la dinámica costera se puede definir como alterada en virtud de la pérdida de 47 m de playa en el periodo de 2004 a 2013, posterior a lo cual les autorizaron y ejecutaron un proyecto de restauración de playa. Por lo que, si comparamos las líneas de costa de las imágenes disponibles del año 2013 y el año 2017, se tiene una ganancia en el ancho de playa de 35 m resultado de la implementación del proyecto de relleno de playa autorizado a ese proyecto. Ahora bien, en el frente del hotel Grand Velas, el ancho de playa es muy dinámico principalmente en Punta Bete: para el periodo 2009 - 2013 se tenía un ancho de playa promedio de 18 m; sin embargo, para el año 2017 la erosión presenta una pérdida de 35 m ancho de playa.

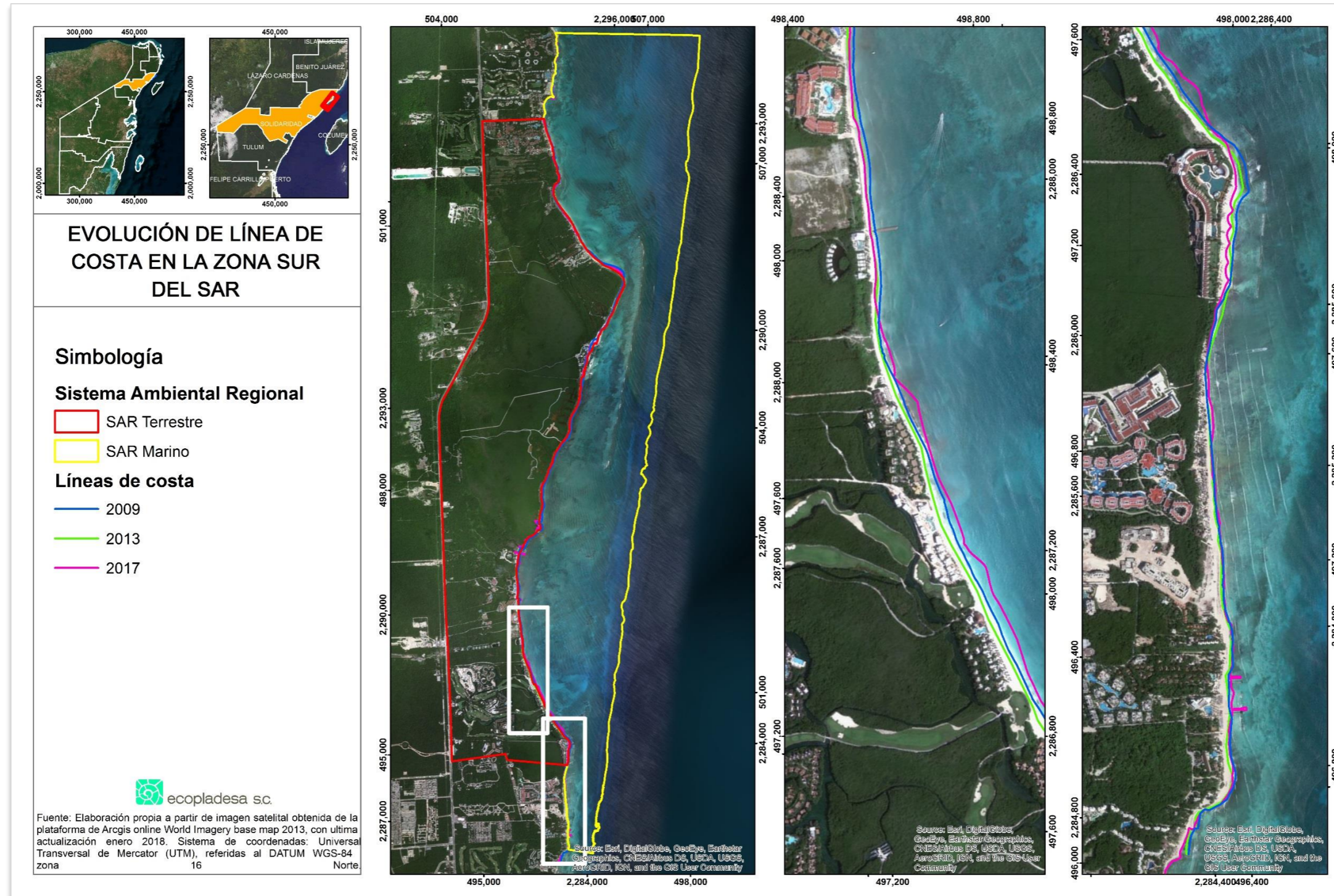


Figura 27. Comparación de la línea de costa en tres años en la zona Sur del SAR.

A continuación se muestra evidencia fotográfica en cuanto al proceso de erosión de la zona costera del SAR en su porción norte, frente al hotel Iberostar.



Playa del Hotel Iberostar. Fotos del 2009 tomadas de la plataforma de fotografías de Panoramio de Google Earth.



Playa de la zona de Punta Maroma. Fotos del 2011 tomada de la plataforma de fotografías de Panoramio de Google Earth.

Figura 28. En la imagen se muestran algunas de las secciones de la sección norte del SAR.

En la zona centro del SAR es donde se ubica los proyecto Kanai y Tres Ríos, los cuales cuentan con proyectos autorizados para la colocación de arrecifes artificiales y relleno de playa, debido a los procesos erosivos que se han acrecentado de manera importante en su frente costero, reflejándose en los ecosistemas interiores como la duna y el manglar.



Límite sur del hotel Hacienda Tres Ríos con proceso evidente de erosión.



Límite Norte del mismo hotel, donde al fondo se ve el manglar muerto por huracanes pasados.



Predio ubicado al sur del Hotel Hacienda Tres Ríos con infraestructura menor de tipo rústico en la colindancia con la playa, manglar de franja y manantiales costeros en la colindancia con el Mar. En la parte continental solo se observa una playa de diferente ancho seguida de manglar.

En la zona sur hay varios hoteles construidos, y cuyos frentes de playa son evidentes los procesos erosivos severos. Desde el límite norte de esta sección, está el Hotel Blue Bay donde el proceso de erosión se pudiera catalogar como grave o fuerte dado que este ha llegado a afectar la vegetación presente frente al predio, exponiendo las raíces de la misma, y se han formado taludes verticales en el perfil de playa por esta erosión.



Figura 29. En la imagen se muestran algunas de las secciones más erosionadas de la sección sur del SAR frente al hotel Blue Bay.

Seguido, se ubica el Hotel H10 donde el proceso erosivo es aún más grave, ya que su andador paralelo a la playa que en fotos de años pasados de cuando fue construido, se observaba en la playa, actualmente está ya invadiendo la zona marina,



Vista de norte a sur de la zona del andador del hotel H10



Vista de Sur a Norte del mismo andador



Hotel Secrets



Entre el hotel H10 y el Blue Diamond hay una zona de playa mejor conformada donde hay lotes aún sin desarrollos inmobiliarios, y se conserva aún la vegetación de duna costera, y se registró un nido de tortugas marinas delimitado.



El hotel Blue Diamond también ya presenta problemas de erosión, visualizado por el angosto ancho de playa que presenta.



Predios de propiedad privada sin desarrollos inmobiliarios ubicados al norte de Mayacobá.



Límite norte del hotel Mayacoba

Seguido se ubica el Hotel Mayacoba que ya comenzó con su proyecto de recuperación de playa, en cuanto al relleno de esta, e instalacion de arrecifes artificiales.



Límite Sur del Hotel Mayacobá



Punta Bete

Límite sur del SAR donde se ubica el hotel Grand Velas y Casa Velas , y la grave erosión que presenta en Punta Bete, siendo menor en la parte central del hotel y agravándose en el predio vecino al Sur, por falta de protección de la costa del proyecto aledaño.



Zona centro



Hotel al sur de Velas

En el frente de playa se observa un talud vertical en la duna, y rocas en la zona litoral, indicio de una erosión grave de la playa.



Si bien la playa ha cambiado no presenta evidencias de erosión severa

Hotel Princess



En el límite sur del SAR, los procesos de erosión son más evidentes, hecho que ha obligado a particulares a realizar proyectos de recuperación de playa a través de la colocación de diferentes estructuras de protección costera, desde costales, arrecifes artificiales y geotubos.

El proceso de erosión dentro del SAR se puede catalogar como fuerte. En esta área existen por lo menos tres zonas (norte-centro y sur) donde la erosión de la costa ha afectado a la vegetación de duna costera y de manglar, además existen pendientes muy abruptas las cuales han ido aumentando con el paso del tiempo.

De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Beté, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales en los últimos 10 años. De esta estimación, en particular en la parte Noreste del predio del proyecto⁹.

Los demás aspectos abióticos del SAR Marino se escriben al final de este capítulo en el reporte ejecutivo del estudio de la hidrodinámica costera.

4.2 MEDIO BIÓTICO DEL SAR MARINO.

4.2.1. De acuerdo a la CONABIO.

Como se ha mencionado, el SAR en su porción marina cuenta con una superficie de 2,490.12 ha (53.77%). Ahora bien, de acuerdo Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el SAR propuesto en la presente MIA-R forma parte del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano se localiza frente a la costa del Estado de Quintana Roo, en una región marina somera del arrecife mesoamericano mexicano formado por una cadena discontinua de arrecifes coralinos. Forma parte del arrecife transfronterizo más largo a nivel mundial, al extenderse por más de 1000 km frente

⁹ Odériz, I.; Mendoza, E.; Leo, C.; Santoyo, G.; Silva, R.; Martínez, R.; Grey E., and López, R., 2014. An alternative solution to erosion problems at Punta Bete-Punta Maroma, Quintana Roo, Mexico: Conciliating tourism and nature.

a las costas de cuatro países caribeños. Este ecosistema alberga una biodiversidad de importancia para las comunidades costeras por los servicios ecosistémicos que de él se derivan, sin embargo, en la actualidad está amenazado por eventos naturales y antrópicos que ponen en riesgo su salud.

El relieve submarino del SAR se encuentra formado principalmente por primer nivel de terraza continental el cual representa el 65.00 % del relieve, seguido de piso lagunar que ocupa el 15.01%, segundo nivel de terraza con 9.4%, cresta arrecifal 3.28%, arrecife frontal con 2.93% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.28% del SAR. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SAR marino. A continuación se indica la superficie que ocupa el tipo de relieve dentro del SAR.

Cuadro 8. Superficie que ocupa cada uno de los tipos de relieve dentro del SAR marino.

Tipos de relieve	Superficie		
	m ²	Ha	%
Primer Nivel de Terraza	16,188,055.19	1,618.81	65.00
Piso Lagunar	3,739,420.42	373.94	15.01
Segundo Nivel de Terraza	2,340,432.64	234.04	9.4
Cresta Arrecifal	815,807.70	81.58	3.28
Arrecife Frontal	728,866.00	72.89	2.93
Arrecife Posterior	70,066.35	7.01	0.28
NA*	1,018,551.70	101.86	4.1
Total general	24,901,200.00	2,490.12	100

*sin información en la carta de relieve submarino de la CONABIO.

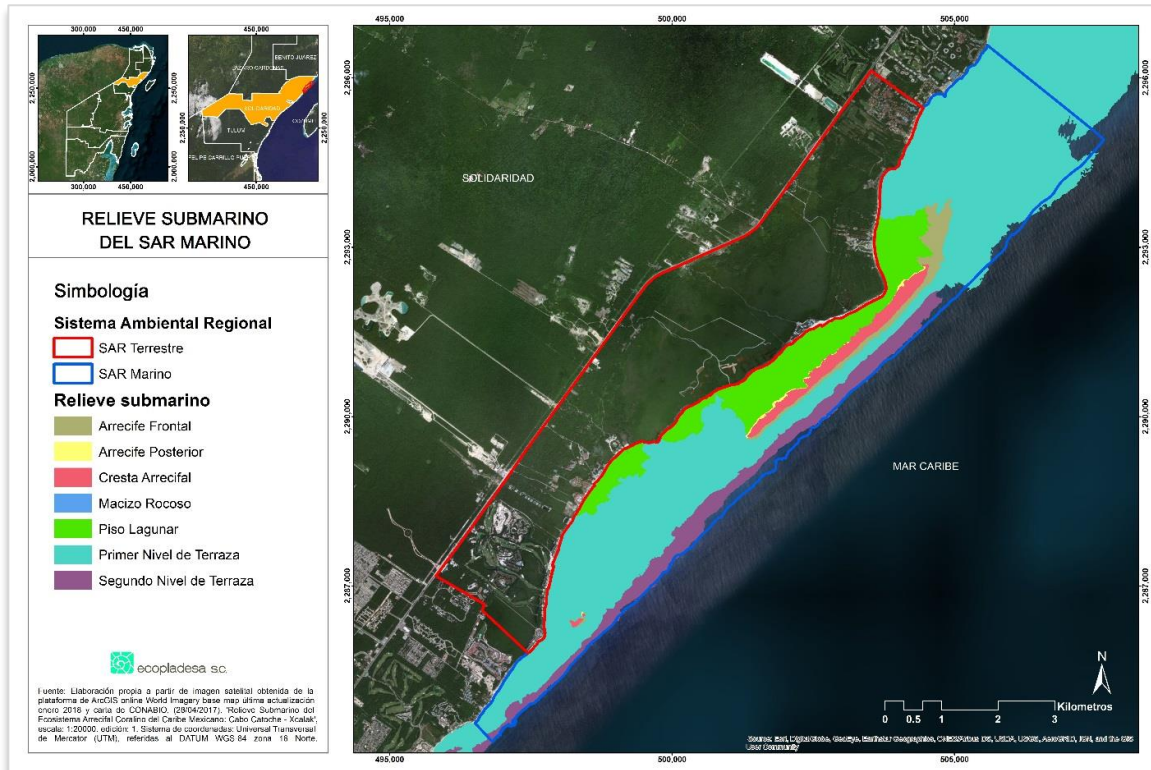


Figura 30. Se muestra el relieve submarino que presenta el SAR de acuerdo con la CONABIO.

Ahora bien, la cobertura bentónica del SAR de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 43.22% del SAR marino, seguido de sedimentos con 29.78%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos marinos, mismos que representan 8.47%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 6.72%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 4.07%, en la parte central se encuentran tocones y pedacera de coral en 2.4%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la estructura coralina (0.81%), octocorales y corales (0.06%) y el arrecife rocoso (0.0%).

Cuadro 9. Superficie que ocupan los tipos de cobertura bentónica del SAR marino.

Cobertura bentónica	Superficie		
	m ²	Ha	%
Macroalgas	10,761,289.92	1,076.13	43.22
Sedimentos	7,415,483.31	741.55	29.78
Comunidad de Pastos Marinos	2,108,028.37	210.80	8.47
Octocorales	1,674,574.73	167.46	6.72
Pastos Marinos y Macroalgas	1,013,008.00	101.30	4.07
Tocones y pedacera de Coral	598,512.01	59.85	2.4
Estructura Coralina	200,531.52	20.05	0.81
Octocorales y Corales	14,864.00	1.49	0.06
Arrecife Rocosco	1,856.00	0.19	0
NA*	1,113,052.14	111.31	4.47
Total general	24,901,200.00	2,490.12	100

*sin información en la carta de relieve submarino de la CONABIO.

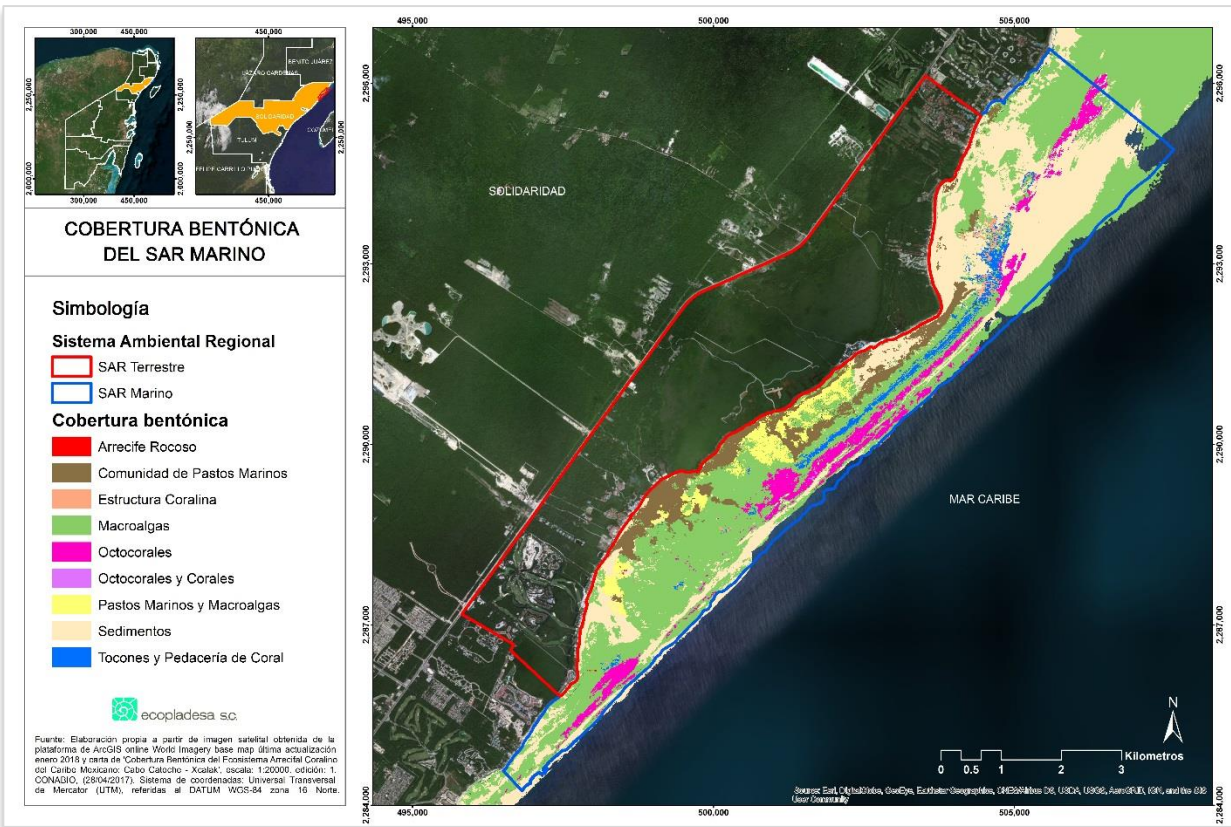


Figura 31. Se muestra la cobertura bentónica del SAR marino de acuerdo con la CONABIO.

4.2.2 Otras fuentes.

Por otra parte, la SEMARNAT en el 2006 en su libro “Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma”, menciona que la unidad fisiográfica está delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción litoral (Punta Bete y Punta Maroma), cuya existencia está determinada por estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. En el caso de Punta Bete, la formación coralina es incipiente y propicia la formación de una zona de acumulación en forma de punta o tómbolo.

En el caso de Punta Maroma el arrecife está mejor estructurado y forma una típica cresta arrecifal que permite la existencia en el continente, de una zona de acreción litoral caracterizada por la formación de cordones litorales. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona con forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud y predominante en sentido N-S¹⁰.

¹⁰ Juanes, J. L. 2004. Estudio de Factibilidad Mejoramiento de la Playa en el Predio Tres Ríos. Gamma S. C. Instituto de Oceanología. 42 p.

La producción natural de arena biogénica en esta zona es insignificante y el proceso litoral dominante es el de erosión que varía en sentido Norte a Sur de 2.5 m/año a 4.5m/año (Juanes *et al.*, 2004 y 2005; GPPA, 2004 y 2006).

El ecosistema arrecifal tipo bordeante existe sólo frente a las dos puntas (Bete y Maroma). La causa de que el ecosistema arrecifal se interrumpa entre ambas estructuras, se debe a que la zona corresponde a una región de gran descarga de agua dulce subterránea directamente a la zona marina adyacente. En términos generales, el sistema arrecifal que se desarrolla entre Punta Bete y Maroma, se encuentra poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la estructura comunitaria. Los corales escleractinios están pobremente representados; solamente existen algunas colonias aisladas de tamaño pequeño y los crecimientos coralinos masivos de gran tamaño están prácticamente ausentes. En la zona costero marina se tiene el registro de 12 especies de escleractíneos, 2 de hidrocorales, 17 de gorgonáceos, 31 de macroalgas, 2 de fanerogamas, 32 de peces y 13 de esponjas. De estas especies una (*Plexaura homomalla*) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

En la zona marina del SAR PXc-PM, en sentido perpendicular a la línea de costa es factible identificar 6 tipos de ambientes:

- a) Pastos marinos. Zona de fondo arenoso cubierto por pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*). En las zonas con menor influencia de agua dulce, existe una dominancia de *Thalassia testudinum* y alberga una mayor diversidad de especies tanto de macroalgas como de invertebrados y hasta la presencia de pequeñas colonias de coral de los géneros *Porites* y *Siderastrea*. Las zonas de pastos marinos ubicadas frente a los sitios de descarga de agua dulce, presentan las dos especies.
- b) Arenal. Es el tipo de fondo dominante y corresponde a planicies de arena donde se encuentran parches pequeños de pastos marinos y algas, así como pequeños manchones aislados de sustrato duro en donde se desarrollan gorgonaceos y algas marinas. En estos ambientes, se encuentran gorgonaceos aislados, principalmente de la especie *Pterogorgia anceps*, así como colonias de coral de la especie *Manicina aerolata* y del hidrocoral pétreo *Millepora*, que son especies que se desarrollan en sitios de elevada sedimentación. En las zonas donde más ha incidido el proceso de erosión litoral, el tipo de fondos es de turba.
- c) Rompiente. Al norte de la zona marina se ubican estructuras coralinas aisladas cercanas a la parte profunda del arrecife y que corresponden a vestigios de la barrera arrecifal que se ubica frente a Punta Maroma. Su estructura está formada por una matriz de *Acropora palmata* muerta, en donde crecen gorgonaceos y algunas colonias de coral. En la parte más profunda de la rompiente, la matriz de *A. palmata* está mejor consolidada y en algunos sitios se ha cubierto de sedimento formando una matriz arrecifal. Existe una mayor cantidad de colonias de coral, principalmente de la especie *Porites asteroides* de crecimiento incrustante, hay presencia de colonias de los géneros *Zoanthus* y *Millepora*.
- d) Posterior. Esta zona forma parte de la cresta arrecifal ubicada frente a Punta Bete y Punta Maroma. Este sitio se caracteriza por la presencia de cabezos de coral de tamaño mediano, formados principalmente de la especie *Montastrea annularis*, en donde abundan colonias de coral del género *Agaricia*. Se encuentran abundantes colonias de gorgonaceos de diversas especies y formas de crecimiento, es una de las zonas de mayor

diversidad íctica de la región. La profundidad oscila entre 2 y 3 m, y el sustrato que se deposita entre los cabezos coralinos es principalmente de pedacera y arena gruesa.

e) Transición Barlovento. La transición barlovento se desarrolla entre los 5 y 15 m de profundidad, del lado expuesto del arrecife (Barlovento) ubicado frente a Punta Bete y Punta Maroma. El sustrato es de laja calcárea, y la comunidad bentónica dominante está compuesta principalmente por colonias de gorgonáceos, los cuales crecen de manera aislada y con una distribución más o menos uniforme, es decir que no forman agrupaciones. Las colonias de los gorgonáceos son de tamaño mediano, con una dominancia de la especie *Eunicea mamosa*, seguido de *Pseudopterogorgia americana*. Algunas colonias presentan daño en su tejido vivo, como sobrecrecimiento de epibiontes en *P. americana*, o presencia de virus en las especies del género *Gorgonia*. Los corales escleractinios son comunes, pero son colonias de tamaño mediano, principalmente de la especie *Siderastrea sederea* de forma masiva, que presentan un alto índice de daño.

f) Escalón. Corresponde a una zona donde el piso marino presenta un desnivel que alcanza los 5 m en la laja calcárea sobre una antigua línea de costa que aparenta un escalón. Este desnivel, se encuentra a 30 m de profundidad y está sujeto a fuertes corrientes que van de sur a norte por efecto de la corriente de Yucatán. Se presentan colonias de coral de varias especies pero de tamaño pequeño y pocas colonias de gorgonáceos. Las esponjas son más abundantes en esta zona.

4.2.3. Caracterización Marina del SAR.

Para corroborar la información consultada y descrita con anterioridad para el SAR marino objeto de estudio, Durante los meses de septiembre y octubre del 2017 se llevó a cabo 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 recorridos mediante remolque de un buzo en snorkel desde una embarcación a baja velocidad 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 esta información se realizó una definición de los ambientes presentes en el SAR, y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar. El SAR del proyecto se dividió en 4 secciones para efectos del presente estudio (I al IV).

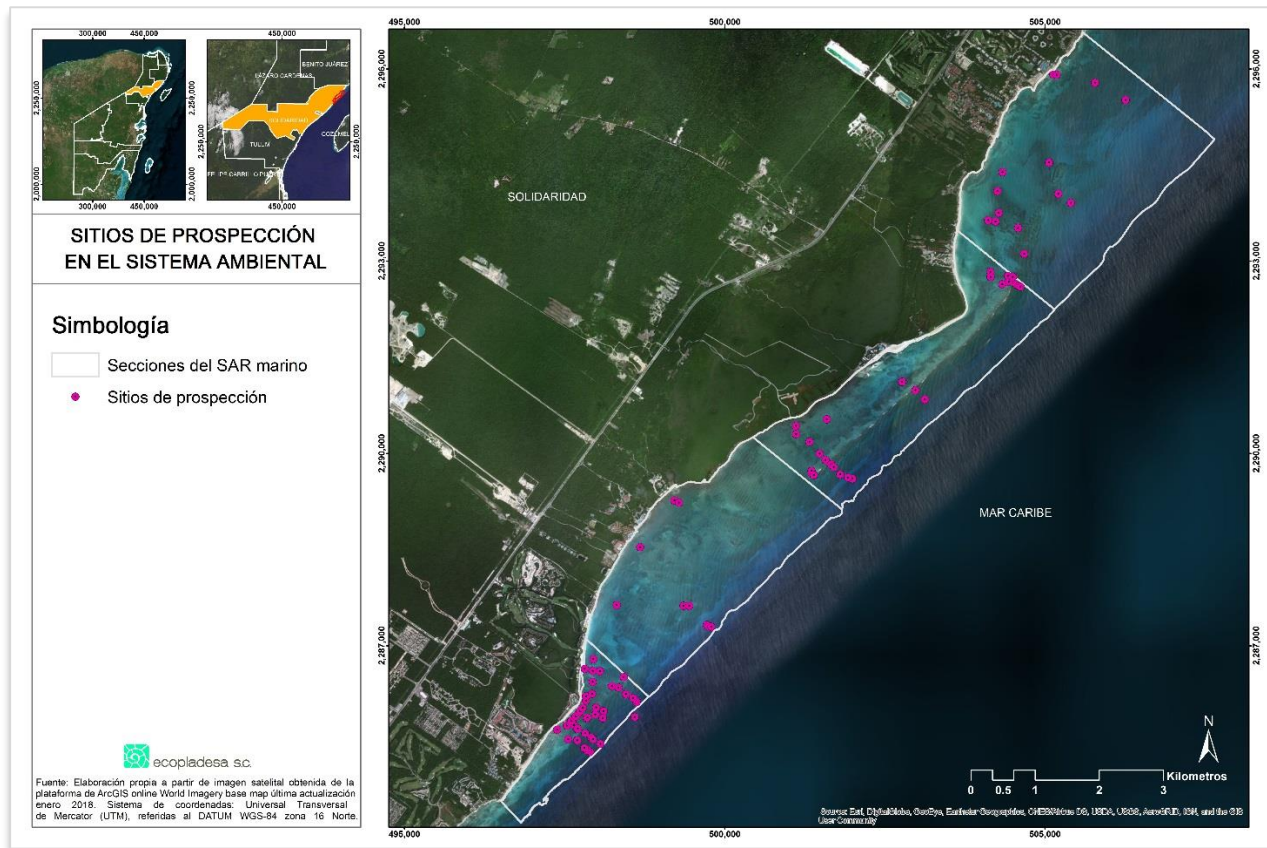


Figura 32. Se muestran las 4 divisiones del SAR y los puntos de prospección en campo.

Cuadro 10. Límites de las secciones en que se dividió el SAR del proyecto Arrecifes Artificiales de Grand Velas para efectos de la caracterización marina.

Sección	Límites geográficos para cada sección
SECCIÓN I	Corresponde a la parte Sur del SAR, frente a los hoteles Grand Velas, Princess y Le Reve. Abarca desde donde termina el parche de cresta arrecifal frente al Desarrollo Turístico Mayakoba a la altura del Hotel Fairmont hasta Punta Xcalacoco. Comprende una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 2.7 Km.
SECCIÓN II	Se encuentra en la parte media Sur del SAR, abarca una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 4 km. Abarca la parte marina que se encuentra frente al Desarrollo Turístico Mayakoba a la altura del Hotel Rosewood, y más al norte la parte marina frente al Hotel Blue Diamond Resort, el Hotel Ocean Maya, el Hotel Blue Bay Esmeralda y Hacienda 3 Ríos, hasta antes del área donde inicia la Rompiente arrecifal.
SECCIÓN III	Se encuentra la parte media Norte del SAR, abarca una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 4.5 km. Incluye toda la parte marina con una Cresta Arrecifal bien desarrollada, con presencia continua de una Rompiente arrecifal, frente del Desarrollo Turístico Kanay hasta Punta Maroma.
SECCIÓN IV	Corresponde a la parte Norte del SAR, desde el Norte de Punta Maroma, hasta el límite Norte del polígono del SAR. Abarca una distancia paralela a la costa de aproximadamente 3.6 km, en la parte marina frente a los hoteles Iberostar, Grand Blis, y Valentín Imperial Maya.

Resultados

El arrecife que se desarrolla en el SAR para el proyecto Grand Velas muestra variaciones en cuanto a su estructura a lo largo de la costa, por lo que para efectos de descripción se dividió el sistema ambiental en 4 secciones, y que se representan en la Figura 33.

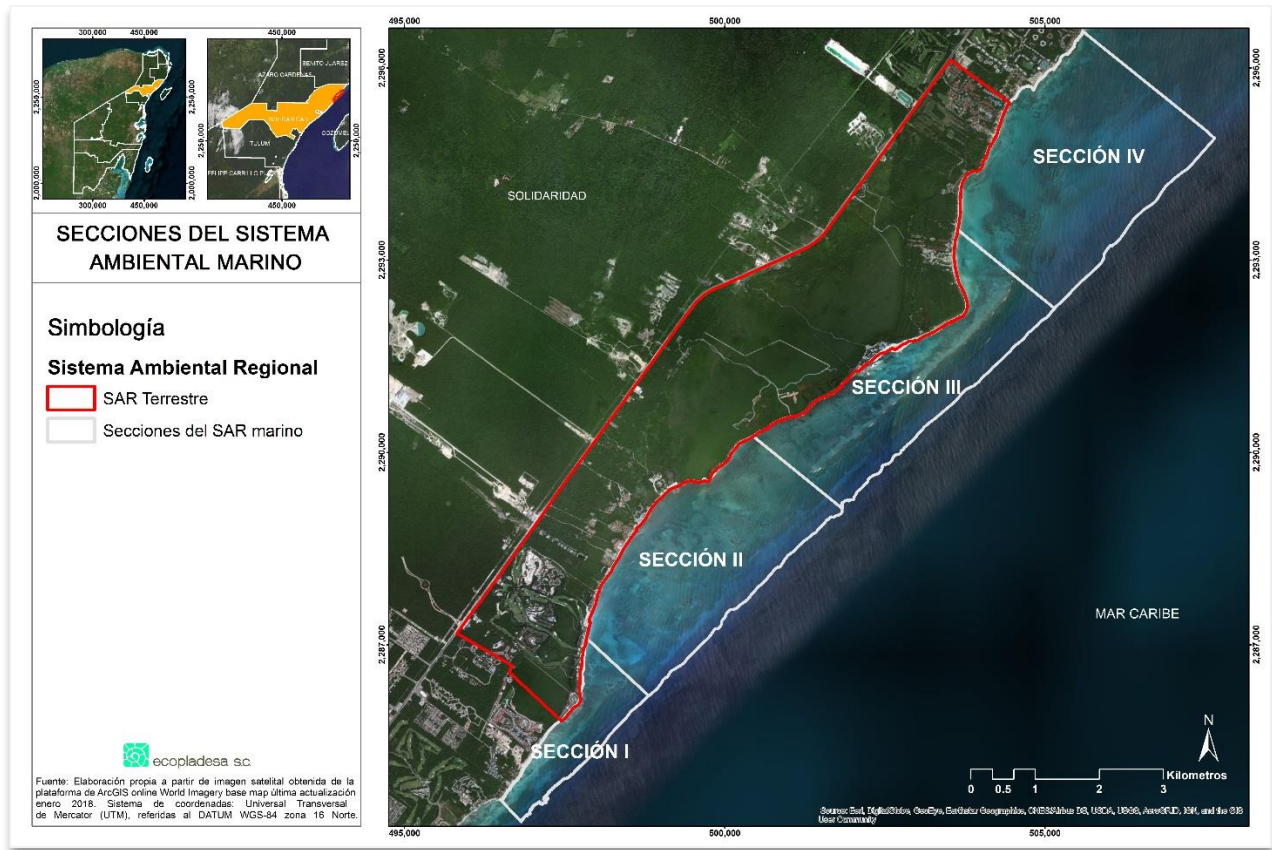


Figura 33. Se muestran las 4 divisiones del SAR.

El patrón de zonación de un arrecife típico de la zona del Caribe Mexicano presenta 3 zonas estructurales: Laguna Arrecifal (LA), Cresta Arrecifal (CA) y Arrecife Frontal (AF) con 2 a 3 subzonas características para cada una, de acuerdo a la descripción de Gutiérrez, *et al.*, (1993) (Figura 34).

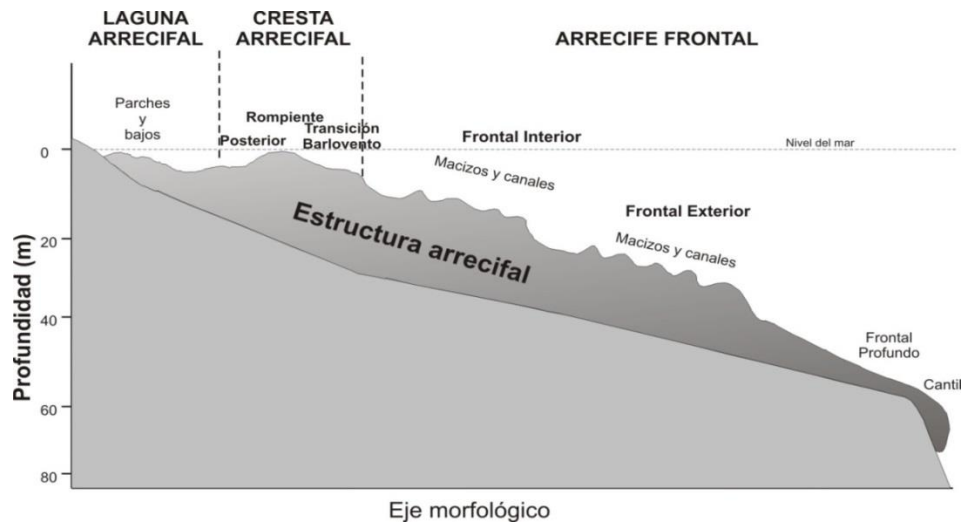


Figura 34. Patrón de zonación de un arrecife típico de la zona de Caribe Mexicano (Modificado de Gutiérrez, et al., 1993).

Sin embargo, las 4 secciones definidas para este estudio presentan variaciones específicas entre sí, respecto al patrón de zonación típico para la zona; por lo que varía la presencia y desarrollo de las subzonas arrecifales a lo largo de la zona de estudio dentro del SAR. A manera de resumen se presentan las principales características por subzona para cada sección (Cuadro 11).

Cuadro 11. Variaciones en el patrón de zonación en las 4 secciones en que se dividió el SAR para la caracterización biológica marina para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas.

Zona	Subzona	Sección I	Sección II	Sección III	Sección IV
Laguna Arrecifal	Pastizal	Ausente	Presente a lo largo de la sección	Presente a lo largo de la sección	Presente en la parte sur de la sección
	Parches de arena y laja	Parches de laja con algas y poco sedimento	Muy extendida. Principalmente laja con algas	Parches de laja y arena	Parches diversos de laja y sedimento.
Cresta Arrecifal	Arrecife Posterior	Un área muy pequeña en la parte Norte de la sección	Ausente	Extendido a lo largo de toda la sección	Algunos parches con mucho desarrollo del Arrecife Posterior
	Rompiente	Prácticamente ausente. Solamente un parche pequeño en la parte Norte.	Prácticamente ausente. Solamente parches pequeños y aislados.	Continua y bien desarrollada a lo largo de toda la sección	Prácticamente ausente. Solamente parches pequeños y aislados
	Transición Barlovento	Ausente	Ausente	Continua y bien desarrollada como laja con pedacería a lo largo de la sección	Discontinua, Laja con pedacería al sur y laja con gorgonaceos al norte
Arrecife Frontal	Frontal Interior	Planicie de gorgonaceos	Planicie de laja con algas	Planicie de laja con gorgonaceos	Solamente en la parte Sur
	Canal de arena	Estrecho y continuo	Estrecho en el sur y un poco más ancho en el norte. Discontinuo. Presente en 2 franjas	Continuo. En 2 franjas casi a lo largo de toda la sección	Muy ancho formando un banco de arena
	Frontal Exterior	Planicie de laja con macroalgas con escalón	Planicie de laja con macroalgas con escalón	Planicie de laja con macroalgas con escalón	Planicie de laja con macroalgas

En cuanto a los ambientes se obtuvo un mapa para el SAR que incluye 9 tipos de ambientes, de acuerdo a sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía y biota dominante. Los tipos de ambientes identificados se describen a continuación:

- Arenal somero (As): es un ambiente de arena fina con escasa biota marina conspicua en áreas poco profundas. Pradera de pastos marinos (Pm) con presencia de las especies de pasto marino *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* en diferentes proporciones y coberturas.
- Rompiente arrecifal (Ra): es la parte más somera de la estructura arrecifal formada por la matriz calcárea principalmente de esqueletos de *Acropora palmata*.
- Estructura coralina (Ec): son sitios con mayor desarrollo de la matriz calcárea, con alto relieve y heterogeneidad ambiental, con una amplia variedad de biota marina.
- Laja con sedimentos (Ls): es un ambiente poco diverso en donde la laja calcárea está cubierta de sedimentos finos.
- Laja con pedacería (Lp): se refiere principalmente a la Transición Barlovento, siendo un sitio heterogéneo con varios grados de desarrollo de la estructura coralina, en donde se encuentra pedacería de coral sobre la planicie de laja.
- Laja con gorgonáceos (Lg): es un sustrato de laja con poco relieve con una capa fina de sedimento donde la comunidad béntica dominante son los gorgonáceos en diferentes grados de abundancia.
- Laja con macroalgas (La): Es un sustrato de laja sin relieve en donde dominan las algas con coberturas variables, en donde la presencia de otros grupos de organismos bénticos es escasa.
- Canal de arena (Ca): que corresponde a la franja de sedimentos que se forma en la parte profunda del arrecife y que divide el Arrecife Frontal en su parte somera y profunda.

En el siguiente cuadro se presenta la superficie que cubre cada tipo de ambiente, así como el porcentaje que representa dentro del SAR.

Cuadro 12. Superficie por tipo de ambiente en el SAR para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas, expresado en número de hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

Tipo de ambientes	Abreviación	Superficie m ²		
		m ²	Ha	%
Arenal somero	As	3,529,745.95	352.97	14.18
Pradera de pastos marinos	Pm	2,649,691.21	264.97	10.64
Rompiente arrecifal	Ra	260,475.80	26.05	1.05
Estructura coralina	Ec	235,305.72	23.53	0.94
Laja con sedimentos	Ls	406,370.68	40.64	1.63
Laja con pedacería	Lp	718,454.86	71.85	2.89
Laja con gorgonáceos	Lg	2,932,018.73	293.20	11.77
Laja con macroalgas	La	10,160,020.24	1016.00	40.8
Canal de arena	Ca	4,007,016.81	400.70	16.09
Estructuras existentes	Ee	2,100.00	0.21	0.01
Total general		24,901,200.00	2,490.12	100

La información metodológica detallada, análisis de datos y resultados para la caracterización del SAR marino se presenta en el Anexo Técnico 8.

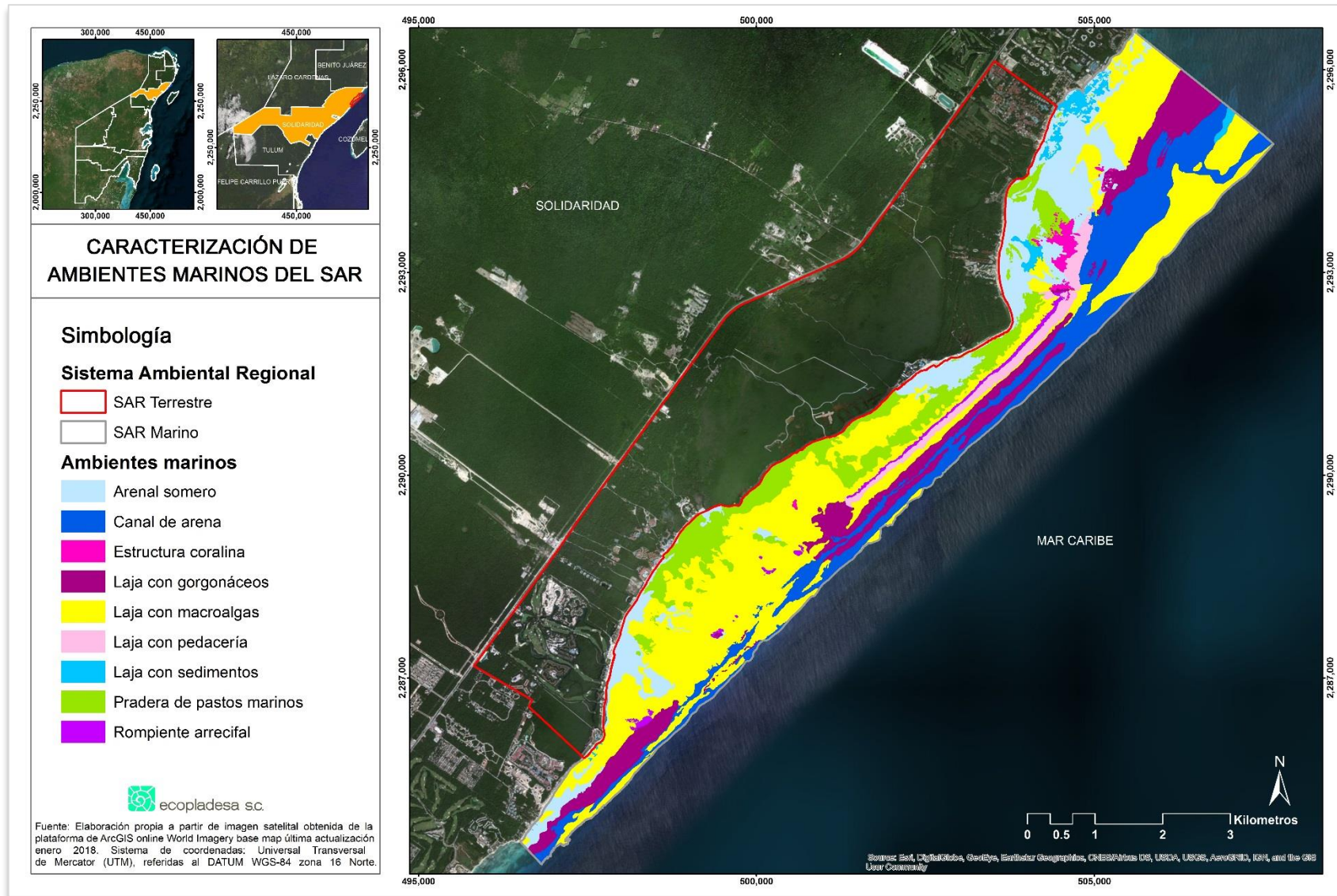
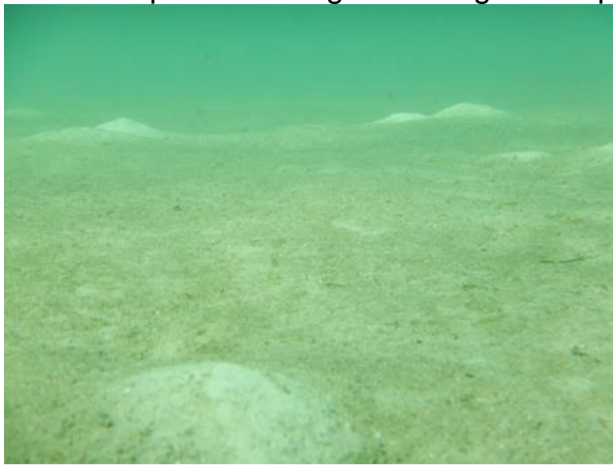
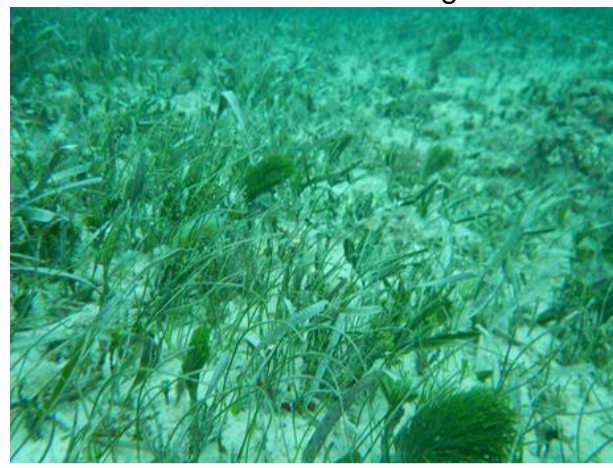


Figura 35. Se muestran los tipos de ambientes marinos dentro del sistema ambiental.

A continuación se presentan algunas imágenes representativas de los ambientes registrados en el SAR:



Arenal somero



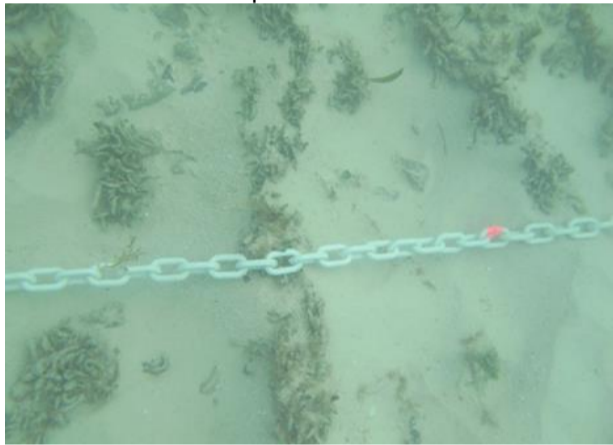
Pradera de pastos marinos



Rompiente arrecifal



Estructura coralina



Laja con sedimentos



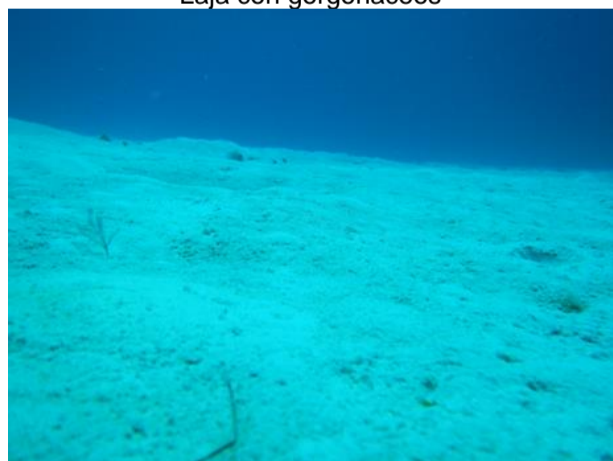
Laja con pedacería



Laja con gorgonaceos



Laja con macroalgas



Canal de arena

Figura 36. Fotos representativas de los 9 ambientes registrados en el SAR.

La superficie de los ambientes registrados en cada una de las 4 secciones definidas para el SAR se presenta a continuación y se describen sus condiciones generales:

Cuadro 13. Superficie por tipo de ambiente en el SAR para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas, expresado en número de hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

AMBIENTE	SECCION I		SECCION II		SECCION III		SECCION IV		TOTAL DEL SAR
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	
Arenal somero	27.3	13.44	66.08	8.74	74.86	12.1	184.9	20.3	353.13
Pradera de pastos marinos	0	0	110.9	14.7	117.6	18.9	36.43	4	264.97
Rompiente arrecifal	3.99	1.96	3.67	0.49	18.39	2.96	0	0	26.05
Estructura coralina	0	0	0.77	0.1	1.23	0.2	21.53	2.37	23.53
Laja con sedimentos	0.88	0.43	0	0	1.91	0.31	37.85	4.16	40.64
Laja con pedacería	0.08	0.04	0	0	50.05	8.06	21.71	2.39	71.84
Laja con gorgonáceos	61.22	30.13	46.84	6.2	88.22	14.2	96.65	10.6	292.93
Laja con macroalgas	88.38	43.5	456.4	60.4	168.1	27.1	303.2	33.3	1016.06
Canal de arena	21.13	10.4	71.14	9.41	100.8	16.2	207.7	22.8	400.76
Estructuras existentes	0.21	0.1	0	0	0	0	0	0	0.21
TOTAL	203.2	100	755.8	100	621.2	100	909.9	100	2,490.12

SECCIÓN I:

La sección I es una área pequeña, abarca un total de 203.20 ha. La variedad de tipo de ambientes es baja y presenta muy poca complejidad de la estructura del arrecife. La franja marina en esta sección es estrecha en comparación con el resto del SAR, encontrando la isobata de los 20 metros a una distancia de 700 m de la línea de costa aproximadamente, y a una distancia máxima de 1.2 km en su parte más ancha en el extremo norte de esta sección.

El patrón de zonación del arrecife en esta sección es simple, ya que varias subzonas están ausentes. La Laguna Arrecifal consta de una planicie somera que inicia pegada a la línea de costa, compuesta en su mayoría por un ambiente de Laja con macroalgas (88.38 ha, 43.50% del total del área de esta sección), con algunos parches en forma de franjas angostas de Arenal somero (27.30 ha, 13.44%); en esta sección están ausentes las praderas de pasto marino. La Cresta Arrecifal está prácticamente ausente en esta sección; únicamente existe una pequeña porción en la parte norte de esta sección de Rompiente Arrecifal (3.99 ha, 1.96%), de modo que las subzonas del Arrecife Posterior y Transición Barlovento no existen. En la zona del Arrecife Frontal se forma una planicie de poco relieve y pendiente suave, con un Frontal Interior formado por un ambiente de Laja con gorgonáceos (61.22 ha, 30.13%), con una franja estrecha de sedimentos que forma el Canal de arena (21.13ha, 10.40%), seguida en el Frontal Exterior por una franja de Laja con macroalgas que llega a la isobata de 20 metros en el límite oeste del SAR.

SECCIÓN II:

La sección II es un área extensa, con una extensión total de 755.84 ha, y abarca gran parte de la bahía de Mayakobá. Esta sección se caracteriza por la ausencia de una Rompiente Arrecifal, por lo que la estructura arrecifal es poco compleja, y la

variedad e ambientes reducida. El polígono del área de estudio en esta sección es ancho, teniendo la isobata de los 20 metros a una distancia de 2 km aproximadamente.

En esta sección el patrón de zonación del arrecife también es poco complejo por la ausencia de algunas subzonas. La Laguna Arrecifal es amplia y extensa formada en su mayoría por un ambiente de Laja con macroalgas (456.41 ha, 60.38%) y una zona extensa de Pradera de pasto marino pegado a la línea de costa (110.93 ha, 14.68%), con un área de Arenal somero (66.08 ha, 8.74%) que principalmente se encuentra en la parte sur de la bahía. La Cresta Arrecifal está prácticamente ausente, únicamente se encuentran pequeños parches aislados de Rompiente Arrecifal (3.7 ha, 0.49%) sin presentar una formación del Arrecife Posterior o de la Transición Barlovento. El Arrecife Frontal también es poco complejo, el Frontal Interior está compuesto por una planicie de laja que en su mayoría es una Laja con Macroalgas y algunos parches de Laja con gorgonáceos (46.84 ha, 6.20%), con uno más grande en el límite norte de la sección. El Canal de arena (71.14 ha, 9.41%) en esta sección es un poco más complejo, aunque discontinuo, con 2 franjas estrechas en la parte sur y 2 franjas más anchas en la parte norte, llegando al límite de la isobata de los 20 metros. De modo que el Frontal Exterior se presenta más profundo, siendo una Laja con macroalgas.

SECCIÓN III:

Esta sección es la más compleja del SAR en cuanto a estructura arrecifal, abarca una extensión total de 621.23 ha; se caracteriza por tener una Cresta Arrecifal bien desarrollada y diversa, con un patrón de zonación típico de los arrecifes del Caribe Mexicano con las subzonas bien diferenciadas. La sección incluye la zona arrecifal desde Punta Maroma hasta el Desarrollo Turístico Kanai abarcando una distancia de 4.5 km sobre la línea de costa. La isobata de los 20 metros en esta sección se encuentra a una distancia de la costa entre 1 y 1.8 km.

La Laguna Arrecifal es amplia y presenta un área extensa de Pradera de pastos marinos (117.61 ha, 18.93%) alternada con un área de Laja con macroalgas en la parte Sur y una franja contigua a la zona de rompiente (18.39 ha, 2.96%); así como áreas de Arenal somero (74.86 ha, 12.05%) en la parte central y Norte de la sección. La Cresta Arrecifal está bien desarrollada y es diversa, situada a una distancia de la costa que va de 250 m enfrente de Punta Maroma, a unos 800 metros en la parte más alejada en el extremo sur. La Rompiente Arrecifal es continua y bien definida con un Arrecife Posterior bien desarrollado. La Transición Barlovento presenta una estructura con alta heterogeneidad ambiental y rugosidad del sustrato por la presencia de macizos de coral, siendo un sitio con una gran cantidad y variedad de refugios para la biota marina por la presencia de un ambiente de Laja con pedacería (50.05 ha, 8.06%). En cambio, la zona más profunda que corresponde al Arrecife Frontal se encuentra poco estructurado debido a la ausencia de un sistema de macizos y canales bien desarrollado, al igual que ocurre con la mayoría de los arrecifes del Norte del Estado de Quintana Roo, siendo una pendiente poco pronunciada de laja calcárea con poco relieve, baja cobertura coralina y poca

presencia de biota marina. En esta planicie se forman franjas de Laja con algas (168.12 ha, 27.06%) y laja con gorgonáceos (88.22 ha, 14.20%), además de la presencia del canal de arena bien definido (100.84 ha, 16.23%) en 2 franjas casi a lo largo de toda la sección.

SECCIÓN IV:

La sección IV es un área extensa que abarca 909.86 ha, se localiza en la parte norte del SAR, y se caracteriza por ser una zona muy heterogénea. En esta sección existen estructuras coralinas aisladas que no forman una rompiente arrecifal continua, y la presencia de un banco de arena extenso como parte del canal de arena que se forma en el Arrecife Frontal. La isobata de los 20 metros se encuentra entre 2 y 2.7 km de la línea de costa.

El patrón de zonación de este sitio es complejo. La Laguna Arrecifal presenta un área de pastos marinos únicamente en la parte sur de la sección (36.43 ha, 4.0%), y un ambiente de Laja con macroalgas (303.2 ha, 33.3%) muy extenso en la parte norte, y un área extensa de arenal somero en la parte media (184.4 ha, 20.26%), con presencia de laja de sedimentos (37.85 ha, 4.16%) principalmente en la parte somera de la parte norte. La Cresta Arrecifal está compuesta de algunos parches de Estructura coralina (21.53 ha, 2.37%) en la parte sur de la sección, los cuales presentan un alto desarrollo de la matriz calcárea y forman un Arrecife Posterior complejo; mientras que en la parte norte permanece la barrera arrecifal está ausente. La Transición Barlovento está bien definida en la parte sur por el desarrollo de la estructura coralina, mientras que en la parte norte solamente se encuentra una franja extensa de Laja con gorgonáceos (96.65 ha, 10.62%). El Arrecife Frontal consiste de un banco de arena muy extenso como parte del canal de arena (207.65 ha, 22.82%), y una planicie extensa de Laja con macroalgas en la parte más profunda.

4.2.4. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En todo el estudio que se llevó a cabo para la caracterización biológica marina para el proyecto se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, así como el gorgonáceo *Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*.

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución en la zona de estudio	
Corales duros (escleractinios)	<i>Acropora palmata</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	SAR	Rompiente arrecifal (Escasa) Estructura coralina (Común) Laja con pedacería (Escasa)
			Sección I	Rompiente arrecifal (presencia)
	<i>Acropora cervicornis</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	Sección I	Rompiente arrecifal (presencia)
	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr (Sujeta a protección especial)	SAR	Rompiente arrecifal (Escasa)
				Laja con pedacería (Común)

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución en la zona de estudio	
Corales blandos (gorgonáceos)	<i>Plexaura dichotoma</i>	Pr (Sujeta a protección especial)		Laja con gorgonáceos (Común)
				Laja con macroalgas (Escasa)
			Sección I	Laja con macroalgas (Escasa)
			Desplante SAR	Arrecife artificial Norte (Raro)
			Sección I	Pastos marinos (Escasa)
			Desplante	Laja con macroalgas (Rara)
			Arrecife artificial central (raro)	

5 CARACTERIZACIÓN MARINA DE LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA DEL PROYECTO.

5.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO.

El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, se ubica en el frente costero y marino del predio del Hotel Grand Velas en la zona marina. Para lo cual, se definió un área de 1,320,270.00 m² (132.02 ha). La ubicación de dicha área queda comprendida entre las coordenadas presentadas en el siguiente cuadro.

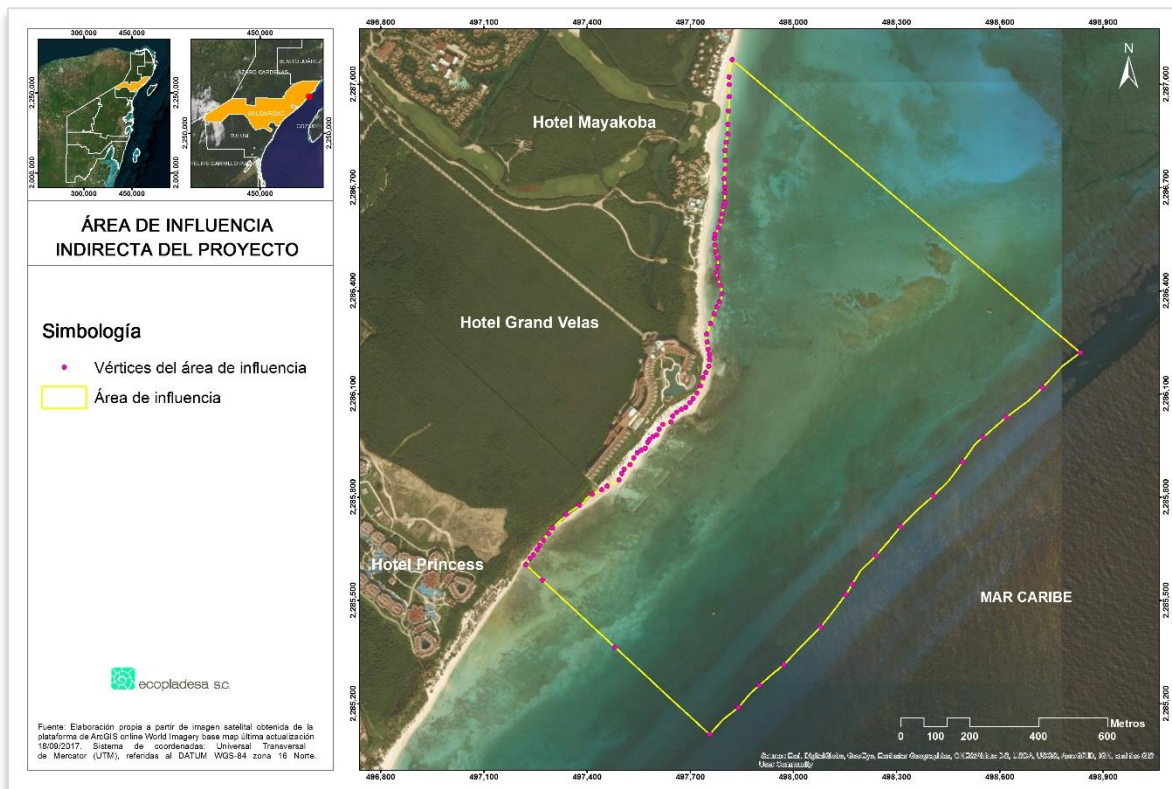


Figura 37. Se muestra la delimitación del área de influencia indirecta del proyecto.

Cuadro 14. Se presentan las coordenadas del área de influencia indirecta.

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	497,730.11	2,286,123.24	48	498,406.98	2,285,804.37
2	497,738.51	2,286,147.62	49	498,311.49	2,285,714.57
3	497,745.45	2,286,161.91	50	498,241.02	2,285,630.46
4	497,753.41	2,286,180.55	51	498,170.96	2,285,546.77
5	497,756.47	2,286,199.86	52	498,151.97	2,285,516.97
6	497,756.06	2,286,214.14	53	498,079.60	2,285,422.44
7	497,752.39	2,286,229.65	54	497,971.61	2,285,313.31
8	497,749.53	2,286,250.46	55	497,901.36	2,285,253.47
9	497,748.31	2,286,274.13	56	497,839.76	2,285,189.41
10	497,759.32	2,286,303.92	57	497,755.89	2,285,110.97
11	497,770.34	2,286,332.48	58	497,481.31	2,285,364.37
12	497,777.69	2,286,352.48	59	497,269.90	2,285,559.48
13	497,785.24	2,286,367.58	60	497,222.07	2,285,603.62
14	497,792.58	2,286,390.84	61	497,234.54	2,285,622.43
15	497,787.69	2,286,415.32	62	497,243.93	2,285,631.82
16	497,781.16	2,286,435.73	63	497,254.94	2,285,647.73
17	497,777.48	2,286,454.09	64	497,261.88	2,285,660.38
18	497,780.34	2,286,470.82	65	497,273.72	2,285,675.48
19	497,780.14	2,286,496.12	66	497,288.41	2,285,694.25
20	497,775.24	2,286,513.26	67	497,300.24	2,285,710.58
21	497,771.57	2,286,532.68	68	497,339.42	2,285,749.75
22	497,769.93	2,286,551.62	69	497,378.18	2,285,776.28
23	497,772.79	2,286,564.27	70	497,414.87	2,285,808.62
24	497,782.67	2,286,583.02	71	497,442.66	2,285,821.16
25	497,788.91	2,286,602.63	72	497,458.78	2,285,832.59
26	497,793.40	2,286,623.44	73	497,492.65	2,285,850.14
27	497,797.43	2,286,645.17	74	497,501.09	2,285,868.60
28	497,800.34	2,286,656.90	75	497,507.75	2,285,881.56
29	497,801.36	2,286,686.28	76	497,525.18	2,285,894.86
30	497,800.54	2,286,701.38	77	497,535.90	2,285,914.61
31	497,799.32	2,286,725.05	78	497,546.11	2,285,929.30
32	497,801.76	2,286,753.21	79	497,557.32	2,285,935.85
33	497,802.17	2,286,778.92	80	497,569.57	2,285,942.36
34	497,801.56	2,286,807.89	81	497,576.54	2,285,959.95
35	497,804.61	2,286,831.17	82	497,582.15	2,285,968.24
36	497,809.71	2,286,855.40	83	497,591.61	2,285,976.23

Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
37	497,809.71	2,286,883.46	84	497,603.03	2,285,980.72
38	497,811.62	2,286,922.99	85	497,609.56	2,285,997.86
39	497,814.17	2,286,963.80	86	497,620.58	2,286,011.74
40	497,814.17	2,286,999.51	87	497,644.00	2,286,018.56
41	497,813.21	2,287,021.72	88	497,649.14	2,286,035.00
42	497,821.72	2,287,071.48	89	497,660.98	2,286,047.24
43	498,834.38	2,286,220.41	90	497,674.85	2,286,054.99
44	498,724.12	2,286,118.11	91	497,687.50	2,286,061.52
45	498,618.40	2,286,031.72	92	497,699.34	2,286,074.58
46	498,551.41	2,285,974.25	93	497,708.72	2,286,086.41
47	498,492.23	2,285,903.27	94	497,719.33	2,286,102.74

5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO.

Como se mencionó, se definió un área de influencia indirecta del proyecto con una superficie de 132.02 ha. Ahora bien, para la caracterización de dicha área, de manera complementaria, se realizó un muestreo intensivo durante el mes de octubre del 2017. El arrecife presente en este polígono presenta una estructura poco compleja por la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente. Como se puede apreciar, no todos los ambientes definidos para el SAR se encuentran representados en el área de influencia.

Cuadro 15. Superficie por tipo de ambiente para el área de influencia del proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas, expresado en número de hectáreas (ha) y en porcentaje (%).

Ambiente	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	%
Arenal somero	82,260.33	8.23	6.23
Canal de arena	92,354.36	9.24	7.00
Laja con gorgonaceos	417,393.13	41.74	31.61
Laja con macroalgas	676,536.10	67.65	51.24
Laja con pedacería	836.58	0.08	0.06
Laja con sedimentos	8,848.50	0.88	0.67
Rompiente arrecifal	39,941.56	3.99	3.03
Estructuras existentes	2,100.00	0.21	0.16
Total	1,320,270.56	132.02	100

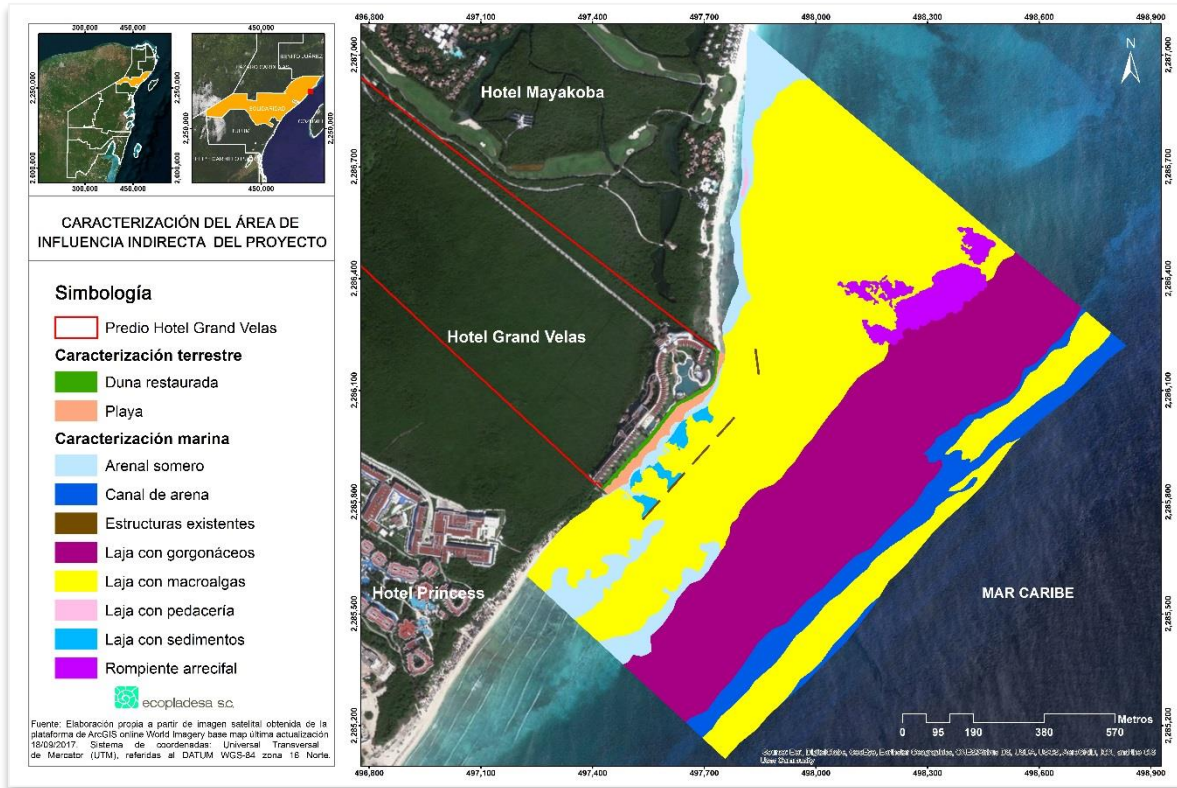


Figura 38. Se muestran los tipos de ambientes marinos del área de influencia indirecta del proyecto.

Ambiente del área de influencia indirecta

Imagen representativa

Arenal somero: Es un ambiente de poca profundidad cercano a la línea de costa en la parte norte y en 2 franjas paralelas a la misma en la parte sur. El sustrato es arena fina principalmente, mezclada con arena media en algunos sitios. La presencia de biota béntica es prácticamente nula



Ambiente del área de influencia indirecta**Imagen representativa**

Rompiente arrecifal: Este tipo de ambiente se restringe a la parte somera donde rompe la ola en la parte Noreste de la Sección I. La profundidad de este ambiente es de 0.5 a 2 metros de profundidad. El sustrato está formado por la estructura de coral, principalmente de una matriz de esqueletos de *Acropora palmata*.



Laja con sedimentos: Este ambiente está poco representado en el área de influencia del proyecto, y se encuentra asociado a la presencia de los bolsacretos, los cuales han generado en su parte protegida una acumulación de arena sobre la laja calcárea. El sedimento acumulado es de arena fina, y se encuentran algunas algas creciendo sobre el sustrato, y no se encuentra otro tipo de biota marina.



Laja con pedacería: Este ambiente está muy poco representado en esta sección, ya que corresponde a un área muy pequeña en la parte Noroeste del polígono, muy cerca de la línea de costa. Tiene una profundidad de 3 metros y se caracteriza por ser una laja con pedacería de coral formando un ambiente muy heterogéneo, en donde se encontró una baja visibilidad.



Ambiente del área de influencia indirecta

Imagen representativa

Laja con gorgonaceos: Es un área extensa que se encuentra en la parte somera del Arrecife Frontal Interior. Va desde los 6 hasta los 15 metros de profundidad. Se caracteriza por tener un sustrato de laja plana, de poca pendiente, en donde la comunidad bentónica dominante son los gorgonaceos. En su parte más profunda, pegado al canal de arena, se forma un desnivel en donde empieza la laja, que en algunos sitios llega a tener hasta 1.5 metros de altura, principalmente hacia la parte Norte del polígono



Laja con macroalgas: se presenta dividido en 2 partes. Una franja amplia denominada Laja con macroalgas somera (La-s) que inicia casi desde la línea de costa y que se extiende hasta donde inicia el ambiente de Laja con gorgonaceos, y que va de 1 a 6 metros de profundidad. Este ambiente se caracteriza por un sustrato de laja plana con una capa fina de sedimentos, y que la comunidad bentónica dominante son las algas, las cuales se presentan en diferentes grados de abundancia, siendo más evidentes en las partes pegadas a la línea de costa, y con menor presencia hacia mar adentro.



Imagen del ambiente La-s

La segunda franja de este tipo de ambiente se denominó Laja con macroalgas profundo (La-p), se encuentra en la parte profunda del Arrecife Frontal, entre los 16 y 20 metros de profundidad. Se caracteriza por ser una laja plana sin relieve, con una alta cobertura de algas, y presencia de esponjas de



Imagen del ambiente La-p

Ambiente del área de influencia indirecta	Imagen representativa
---	-----------------------

diversos tipos principalmente masivas

Canal de arena: El canal de arena se forma en la parte profunda, y divide la Laja de gorgonaceos (Lg) de la laja de macroalgas profunda (La-p). Se encuentra entre 16 y 18 metros de profundidad. El sustrato es de arena fina, con muy poca presencia de comunidad bentónica



En cuanto a la biota marina se registró un total de 15 especies de corales, 16 especies de gorgonaceos, 25 especies de peces, 11 especies de esponjas, 31 especies de vegetación marina y 9 especies de invertebrados.

En el área de influencia indirecta se encuentran ubicadas las actuales estructuras de protección costera con que cuenta el Hotel Grand Velas. Se encuentran instaladas sobre un ambiente de laja a una profundidad de 1.3 m, y llegan hasta el nivel de la superficie del mar.

Estas estructuras se encuentran cubiertas principalmente de macroalgas, sobre todo en su parte superior que queda expuesta a la energía del oleaje, principalmente por algas verdes carnosas de la especie *Laurencia papillosa*, y el alga café *Padina* sp. Estas estructuras parecen cumplir con el objetivo de reducir la fuerza con la que impacta el oleaje a la playa, pero no parecen ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles ya que el material textil se debilita y se desgarran con el tiempo. Sin embargo, se observó que por partes esta superficie está cubierta de coral de fuego y algas calcáreas, que le añaden mayor estabilidad a este sustrato. Del mismo modo también se observaron algunas colonias pequeñas de coral, de tamaños pequeños y dispersas en baja abundancia. Por otra parte, el apilamiento de los bolsacretos también ha generado un micro-hábitat artificial para varios peces e invertebrados que encuentran refugio y alimento. En términos generales se observa mayor biota en el lado expuesto de las estructuras (Barlovento) en comparación con la biota que existe asociada al lado protegido de las mismas (Sotavento).



Parte expuesta o Barlovento



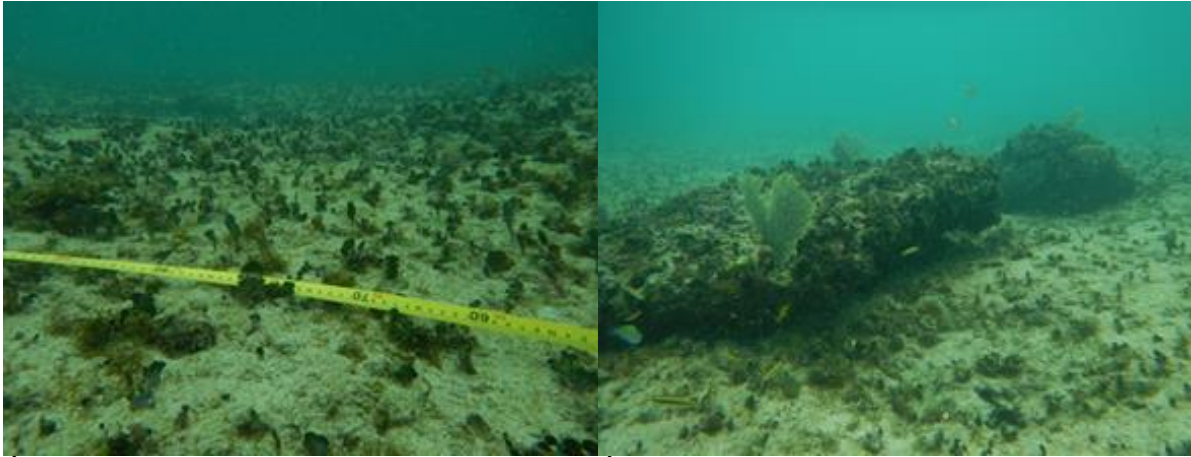
Parte protegida o Sotavento



Figura 39. **Arriba.** Vistas submarinas de las estructuras de protección costera existentes frente al Hotel Grand Velas. **Abajo.** Vista del Efecto de reducción de la energía del oleaje por la presencia de las estructuras de protección costera de bolsacretos frente al Hotel Gran Velas.

Sin embargo, los bolsacretos parecen no ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles, ya que se apreció que el material textil se debilita y desgarrar después de cierto tiempo de haber estado sumergido en condiciones de turbulencia constante. Por otro lado, este tipo de material no ofrece una superficie calcárea que propicie el asentamiento de organismos, como pudieran ser corales escleractinios de otras especies.

Por otro lado, **el área programada para instalar los arrecifes artificiales** para el proyecto, se encuentran dentro del ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*. A lo largo de los recorridos se observaron algunas colonias dispersas de corales escleractinios, principalmente de tamaños pequeños, así como la presencia de algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de ocho especies de corales escleractinios y dos especies de hidrocorales; se observaron un total de ocho especies de corales escleractinios y dos especies de hidrocorales; se registró un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos; A continuación se muestran imágenes representativas de las condiciones ambientales de estos sitios:



Área donde se proyecta la colocación del Arrecife A3- Norte

Área donde se proyecta la colocación del Arrecife A2- Centro



Área donde se proyecta la colocación del Arrecife A1- Sur

Figura 40. Vista de las condiciones biológicas de las áreas donde se propone colocar los arrecifes artificiales del proyecto.

5.3. CARACTERIZACIÓN DEL BANCO DE ARENA.

5.3.1. Delimitación Banco de Arena.

El banco de arena a utilizarse, se encuentra aproximadamente a 3.5 Km al Noreste de Punta Maroma, su superficie es de 389,018.57 m², sin embargo el área aprovechable es de 329,264.38 m², del que se extraerán 47,104.12 m³ de arena que son necesarios para el relleno de playa en la etapa de construcción del proyecto. A continuación se presentan las coordenadas del área de dicho banco:

Cuadro 16. Coordenadas de los vértices que conforman el área de estudio.

Vértice	X	Y
1	506,065.0400	2,294,693.9700
2	506,283.4800	2,295,123.2300
3	506,415.5600	2,295,174.0300
4	506,598.4400	2,295,273.0900
5	506,743.2200	2,295,311.1900

Vértice	X	Y
6	506,903.2400	2,295,275.6300
7	506,994.6800	2,295,217.2100
8	507,009.9200	2,295,087.6700
9	506,890.5400	2,294,914.9500
10	506,761.0000	2,294,747.3100
11	506,687.3400	2,294,683.8100
12	506,413.0200	2,294,686.3500
13	506,260.6200	2,294,704.1300
14	506,065.0400	2,294,693.9700

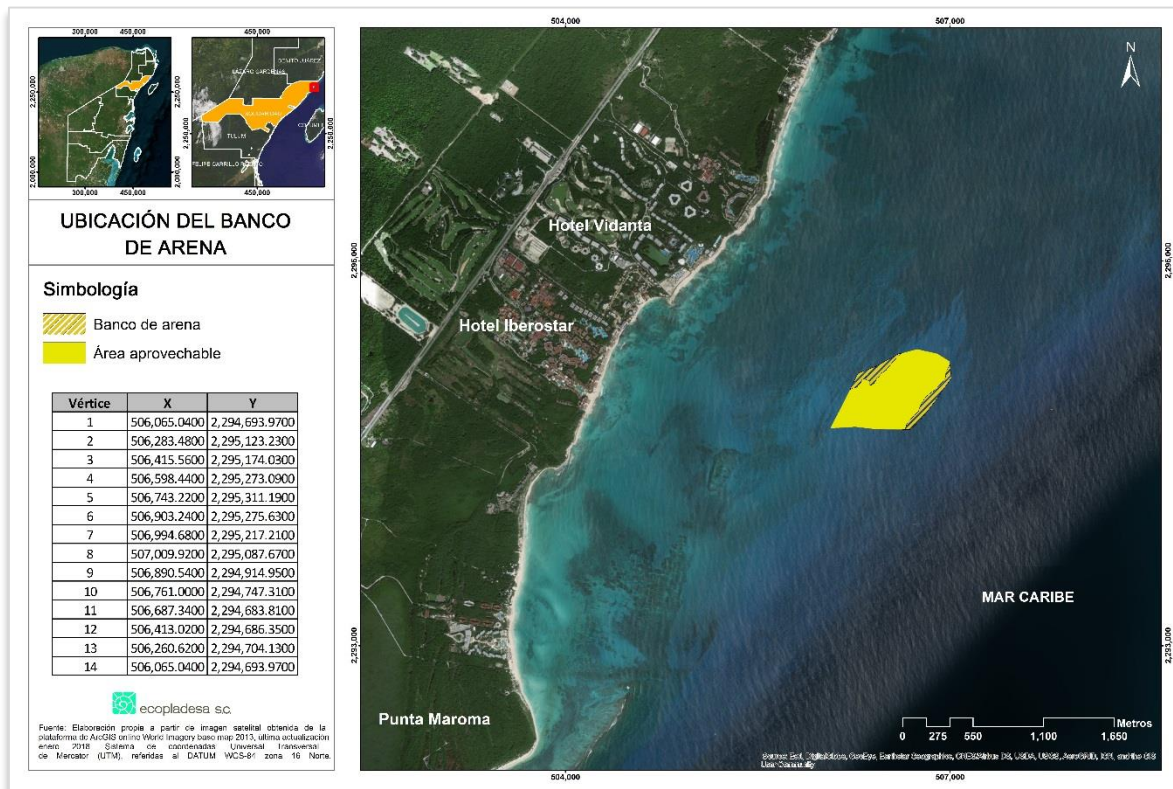


Figura 41. Se muestra la ubicación del banco de arena a utilizar para el proyecto.

5.3.2. Caracterización del Banco de arena.

Metodología

La caracterización biológica del banco de arena en donde se pretende realizar la extracción del sedimento se llevó a cabo durante el mes de octubre del 2017. El muestreo consistió en 3 tipos de muestreo para su caracterización a detalle:

- Transectos de 50 m: Se realizó el registro de datos para caracterizar la presencia de biota béntica conspicua e ictiofauna presente, y se midió la profundidad del sedimento cada 10 metros.
- Toma de muestras de sedimento: En cada sitio donde se realizaron los transectos se tomaron 2 muestras sedimento, una al inicio del transecto y otra al final, las cuales se procesaron en laboratorio para análisis de la infauna presente en el área de estudio.

Recorridos de prospección: Se realizó el remolque de un buzo y nados en diferentes puntos del polígono fuera de los sitios de muestreo para determinar las características generales del banco en cuanto al tipo de sustrato, presencia de biota conspicua y/o vegetación marina, para la elaboración de un mapa de ambientes de esta área. La distancia recorrida fue indeterminada.

La descripción a detalle de la metodología para el trabajo de campo y análisis de resultados se encuentra en el Anexo Técnico 8.

Resultados

Como resultado de la caracterización en el banco de arena, se tiene que en su gran mayoría presenta un sustrato de arena fina, representada por el ambiente Canal de arena. En la parte Noroeste se encontró un sustrato de laja con gorgonáceos, y en la parte Sureste una laja con sedimentos y una franja de Laja con macroalgas. De esta manera, el sustrato de arena se encuentra en la parte central del polígono, abarcando una extensión de 298,846.08 m², lo que representa un 76.82% del polígono; en menor proporción se presentan los ambientes: laja con macroalgas (8.41%), laja con sedimentos (7.82%) y finalmente laja con gorgonáceos (6.95%).

Cuadro 17. Superficies que ocupan los ambientes marinos dentro del banco de arena.

Ambiente marino	Superficie		
	m ²	Ha	%
Canal de arena	298,846.08	29.88	76.82
Laja con macroalgas	32,713.38	3.27	8.41
Laja con sedimentos	30,418.30	3.04	7.82
Laja con gorgonáceos	27,040.81	2.70	6.95
Superficie total	389,018.57	38.89	100

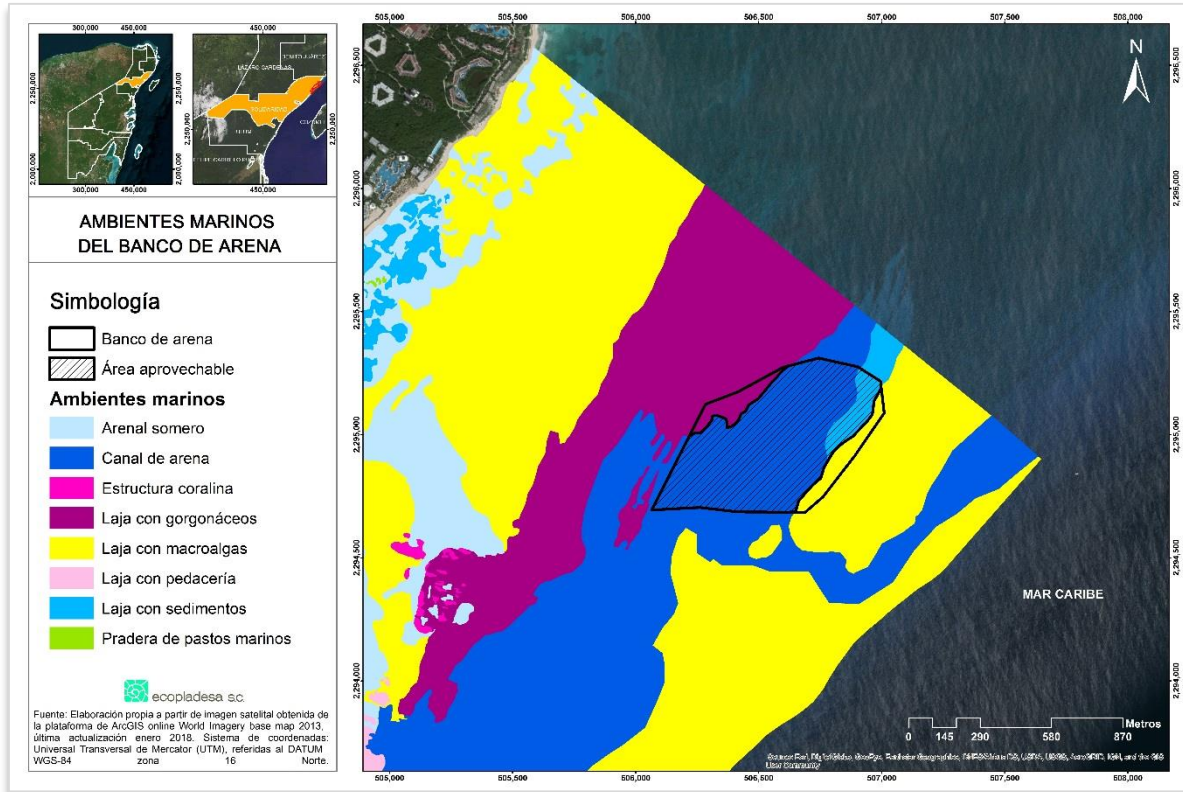


Figura 42. Caracterización de los ambientes marinos presentes en el Banco de arena a ser aprovechado.

El banco de arena corresponde a un ambiente que se denominó Canal de Arena, porque es parte de la franja de arena paralela a la línea de costa que se forma en la zona profunda del Arrecife Frontal. El sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. El Banco de arena se caracteriza por una presencia prácticamente nula de biota marina conspicua. En el muestreo que se realizó en 8 sitios, dentro del ambiente de Canal de arena, se registró un total de 6 especies de peces, casi todos representados por un solo ejemplar. La vegetación también es muy escasa, encontrando pequeños manchones de macroalgas esparcidas. En cuanto a otro tipo de organismos presente en el Banco de arena, únicamente se registró la presencia de un crustáceo en el sitio 3A, y varios ejemplares de galletas de mar de los géneros *Meoma* y *Mellita*. En cuanto a la infauna, que se refiere a los organismos que viven entre la arena, se registró un total de 27 especies, pertenecientes a 25 géneros, 21 familias, 21 órdenes, 9 clases y 6 grupos taxonómicos. El grupo más representado fue el de los moluscos, encontrando tanto bivalvos como gasterópodos en todos los sitios de muestreo. La mayoría de las especies tienen una abundancia rara, y muy pocas especies tuvieron varios ejemplares representados en la muestra.

La parte Noroeste del Banco de Arena corresponde a una franja del ambiente de laja con gorgonáceos. El sustrato está formado por una laja plana cubierta de una capa de sedimento fino, en donde la comunidad bentónica dominante son los gorgonáceos, con muy poca cobertura de algas y corales.

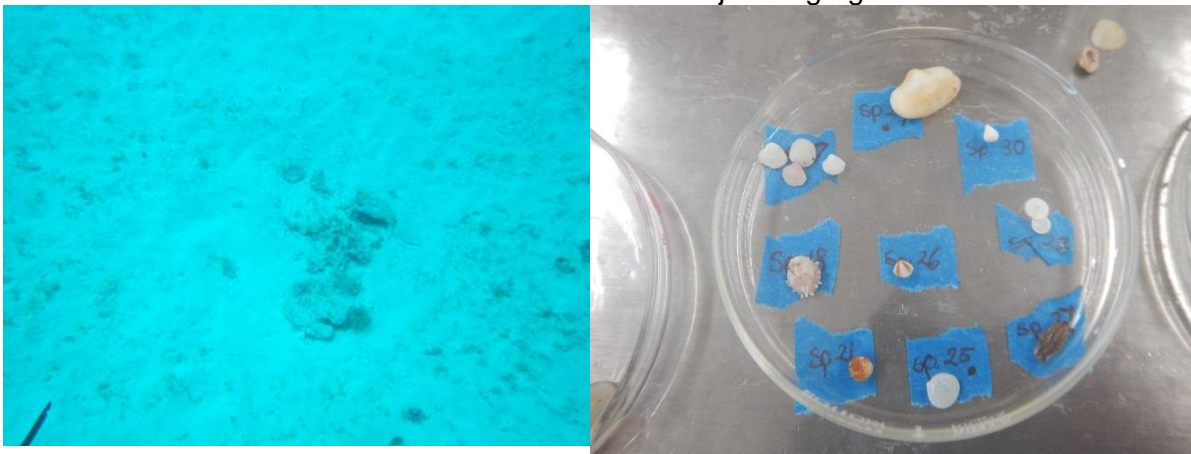
En la parte Sureste del Banco de arena se encontró una franja con un ambiente de Laja con sedimentos. El sustrato es una laja plana con una capa de sedimentos, con escasa presencia de biota marina, como algunos gorgonaceos, algas, peces y un caracol, no se registraron corales.

En la parte Este del Banco de Arena se forma una franja de un ambiente de laja con macroalgas. El sustrato está formado por una laja plana con una capa de sedimento, en donde la comunidad bentónica dominante son las algas, y escasos gorgonaceos.



Vista del canal de arena del BA

Laja con gorgonaceos del BA



Laja con sedimentos en BA

Organismos registrados en la infauna.

Figura 43. Imágenes de los ambientes que conforman el banco de arena.

5.4. CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN MARINA EN EL SAR, ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA Y BANCO DE ARENA.

- El SAR marino definido para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo.
- La sección I dentro de la cual está incluida el área de influencia indirecta del proyecto, es la zona con menor grado de desarrollo dentro del SAR, tanto en la estructura coralina como en la comunidad biótica.

- La ausencia de una Cresta Arrecifal en la sección I provoca que los ambientes en este sitio sean muy homogéneos y con baja diversidad biológica, en donde los corales, como principales constructores arrecifales, se encuentran pobremente representados.
- La estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, no solo por la escasa cobertura de tejido y bajo número de especies; sino también por la composición de especies con marcada dominancia de especies ruderales como las del género *Porites* y *Siderastrea*; y poca presencia de especies constructoras como las de los géneros *Acropora* y *Orbicella*.
- A pesar de la baja incidencia de colonias de coral, se hace notar el hecho de que no se encontraron signos evidentes de daño, enfermedad o blanqueamiento en las colonias registradas en los muestreos de este estudio.
- Las estructuras de protección costera que actualmente existen instaladas frente al Hotel Grand Velas presentan una biota marina de especies pioneras con un grado de sucesión incipiente. En caso de ser necesario su remoción se recomienda rescatar y reubicar las colonias de coral que se encuentran adheridas, las cuales son escasas y de tamaño pequeño.
- El área destinada para la instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas presenta una comunidad biótica pobre. Sin embargo, se recomienda implementar un programa de rescate y reubicación de biota marina previo al inicio de las obras.
- La biota residente en el banco de arena que se detectó como banco de material en la parte norte del SAR es muy escasa. La biota conspicua es prácticamente nula, y la infauna está representada por una baja riqueza de especies con bajas densidades.
- Se registró la presencia de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y dos gorgonaceos de las especies *Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*.

6 CARACTERIZACIÓN TERRESTRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA INDIRECTA.

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LA DUNA COSTERA RESTAURADA Y PLAYA.

Como área de estudio terrestre, se definió el frente costero del predio del Hotel Grand Velas, esta área comprende la zona de Duna costera y la playa, abarcando una superficie total de 14,625.60 m². El siguiente cuadro indica las superficies que ocupa cada una de las unidades ambientales consideradas para el área de estudio terrestre.

Cuadro 18. Superficies de las unidades ambientales que conforman el área de estudio terrestre.

Área de estudio	Superficie		
	m ²	Ha	%
Duna costera	4,596.40	0.46	31.43

Área de estudio	Superficie		
	m ²	Ha	%
Playa	10,029.20	1.00	68.57
Superficie total	14,625.60	1.46	100.00

Metodología

El trabajo de campo de prospección en el sitio se llevó a cabo en octubre de 2017 para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que definen las áreas de vegetación, en este caso el área de duna costera, de igual forma se delimitaron aquellas áreas que carecen casi por completo de vegetación como la playa.

Se realizó un sobrevuelo con Drone marca Phantom 4 pro, para la obtención de una fotografía aérea conformada a través de un ortofotomosaico, el cual se obtuvo tras un proceso de análisis de 306 fotografías en el software Pix4D. Obteniendo como resultado: la calibración del 83%, es decir, 257 de 306 imágenes, con un grado de error en la georreferenciación de 3.44 cm, un área cubierta de sobrevuelo de 110.40 ha; obteniendo así un ortofotomosaico digital en formato TIFF y su correspondiente Modelo Digital de Superficie (DSM).

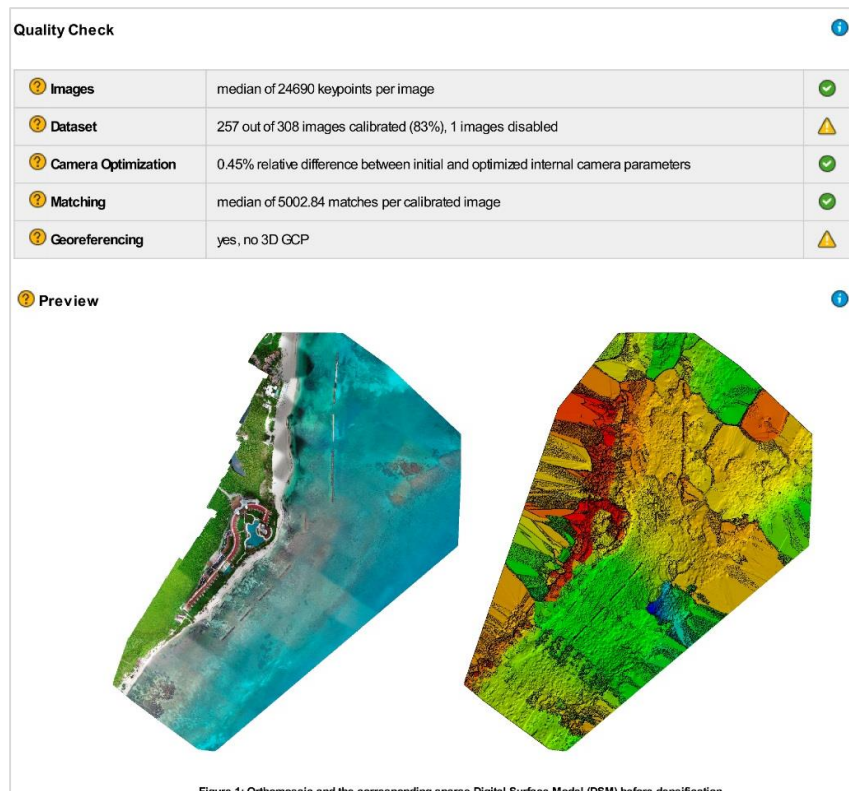


Figura 44. Se muestra un extracto del reporte de calidad obtenido durante el procesamiento de las imágenes en el software PIX4D, así como el ortofotomosaico y modelo digital de superficie obtenido post procesamiento.

Con base en el ortofotomosaico obtenido, se reconoció de manera preliminar el área de estudio terrestre misma que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos. Finalmente, para documentar el trabajo de campo y el registro de especies de flora y fauna, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber –shot de 10.1 mega pixeles y se hizo la clasificación taxonómica de las especies encontradas.

Resultados

Durante los recorridos realizados en el área definida como área de estudio terrestre, se observaron e identificaron 5 especies propias de vegetación de duna, y 1 especie de palmera, la lista de especies reportadas se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Lista de especies registradas para el área de duna costera.

Especie	Familia	Nombre científico	Nombre común	% promedio de cobertura
1	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Sikimay	4.86
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis litorallis</i>	Lirio de mar	11.86
3	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	25.43
4	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Riñonina	56.29
5	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	1.43
6	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	0.14

Al norte y al sur del área de estudio, se encontraron las especies de Sikimay y Lirio de mar, mientras que la Uva de mar, se encuentra distribuida en pequeños manchones en las tres secciones del área de estudio norte, centro y sur. La Palma Chit se encuentra en pequeñas agrupaciones en la zona centro, mientras que el Cocotero se representa con individuos dispersos en toda el área de estudio. A diferencia de las especies antes mencionadas, la riñonina se distribuye a lo largo de toda la duna costera y es la especie que tiene una mayor cobertura.



Tournefortia gnaphalodes

Sikimay



Hymenocallis litorallis

Lirio de mar



Coccoloba uvifera

Uva de mar



Ipomoea pes-caprae

Riñonina



Thrinax radiata

Palma chit



Cocos nucifera

Cocotero



Andadores elevados conformados en la duna para el acceso hacia la playa.



Palmeras de coco en la zona de playa.



Ejemplar arbóreo de *C. uvifera* en la parte norte de la duna.

La vegetación de duna cubre el 100% del área de duna que fue restaurada por el hotel desde el 2008-2009. Tiene una estratificación con especies de forma de vida herbácea, arbustiva, arbórea y palmas. La dominancia en la cobertura de cada especie en la duna es variable, dependiendo de la zona, y de la mejor adaptación que han tenido al frente marino.

La duna presenta un frente y cresta de duna, siendo la post-duna de muy baja pendiente. El frente de duna presenta daños en la vegetación en la zona de punta Bete, donde la erosión es más fuerte.

La altura de la vegetación está dada por las especies herbáceas de aproximadamente 70 a 100 cm; el estrato arbustivo de aproximadamente 1.20 m y el arbóreo con ejemplares de palmas de 7 a 8 m de alto y un árbol de *C. uvifera* de 6 m de alto. Las especies de forma de vida arbórea, se mantienen con una altura de 1 a 1.20 m.

La duna desde su conformación fue adaptada con andadores de madera elevados para dar acceso a los huéspedes del hotel a la zona de playa, de ahí que fueron colocados en los puntos estratégicos. La duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna.

En la zona de playa solamente se ubican 64 palmeras de *Cocos nucifera* de una altura entre 5 a 8 m, ubicadas principalmente de la parte centro hacia el sur del hotel. Se observaron en buenas condiciones fitosanitarias y de crecimiento.

Discusión y Conclusiones

La estratificación de la vegetación permite que las rastreras cumplan su función en la retención de la arena, y las de los estratos superiores que rompan la energía del viento, y permitan la depositación de la arena que arrastra.

Las acciones del hotel también se encaminan a reforestar las áreas de vegetación que son dañadas por la acción marina, de ahí que su cobertura sea al 100% prácticamente todo el año, hecho que permite que la protección de la duna

conformada con la vegetación cumpla su función natural de protección y la acreción de la duna, en los niveles en los que se está moviendo el sedimento en la zona.

Es importante ante cualquier proyecto de restauración de la playa, mantener la pendiente Barlovento de la duna conformada y que el cordón siempre esté cubierto de vegetación, para así lograr la acción conjunta en la estabilización de la playa.

6.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA TERRESTRE PRESENTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

De manera puntual, debido a los registros de fauna obtenidos, la identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando únicamente las claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

6.2.1 Resultados.

Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves *Calidris minutilla* (Playero) y *Larus atricilla* (Gaviota reidora).



Calidris minutilla (Playero)



Larus atricilla (Gaviota reidora)

En la playa del proyecto aun cuando en el momento del registro de campo no fueron detectados nidos por el mes en que fue hecho, sí llegan a anidar tres especies de tortugas marinas, como son la tortuga blanca o verde (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción. Estos registros y manejo, están a cargo del programa de protección de las tortugas a cargo el Municipio de Solidaridad, del cual forma parte el hotel.

7 DINÁMICA COSTERA DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA.

7.1. RETROSPECTIVO DE LÍNEA DE COSTA.

Se realizó una revisión bibliográfica de la información existente para el predio y un análisis en el cual se utilizó un historial de imágenes obtenidas de la aplicación de Google Earth pro de los años 2009, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2017. Adicional a lo anterior se obtuvo una ortofoto de la zona de interés tomada con un DRONE marca Phantom 4 pro en el mes de octubre del 2017.

Para el manejo y proceso de las fotografías aéreas ortorectificadas, se utilizó un Sistema de Información Geográfica, la interpretación y el marcado de la línea de costa para cada fotografía aérea se realizó de forma manual a una escala de 1:1500 y se verificó en campo.

Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante; al

comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.

Al observar las imágenes satelitales, observamos que la playa del proyecto Grand Velas Riviera Maya se encuentra en una zona donde el transporte de sedimento es bidireccional, en condiciones de Surestes el acarreo es hacia el Norte y en condiciones de Frentes fríos donde el oleaje proviene del Noreste, el acarreo es hacia el Suroeste.



Figura 45. Se muestran la evolución de la línea de costa en frente al Hotel Grand Velas.

De manera particular en la siguiente figura se muestra como se ha ido perdiendo la playa en la zona Norte frente al Hotel Grand Velas de 2009 al presente año.



Figura 46. En la imagen se muestra el proceso erosivo de la playa frente al Hotel Grand Velas.

Con relación a la zona costera localizada en frente del predio del proyecto, área donde se pretende realizar el proyecto motivo del presente estudio, ésta presenta problemas de erosión fuerte. La zona Noreste de Punta Bete y la zona centro de la

playa en el predio, presenta una intensa erosión, la cual se manifiesta con una duna cortada y un escarpe pronunciado. La erosión es menos evidente al Suroeste. Esta erosión puede apreciarse en la comparación de las fotos satelitales calibradas y en el análisis de los levantamientos topográficos. La duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna. El litoral actual se observa como una costa curvada debido al efecto que generan las protecciones costeras paralelas a la playa que existen frente al hotel.



Figura 47. En las imágenes se muestra el estado que guarda la línea de costa enfrente del predio del proyecto en su porción norte en Punta Bete, misma que corresponde a la zona más erosionada.

Desde el punto de vista ambiental, el proceso de erosión de la playa impacta de forma significativa los complejos y delicados ecosistemas marinos y costeros, lo que contribuye significativamente a la alteración o posible pérdida del hábitat de anidación necesario para las tortugas marinas, lo que a su vez afecta la sobrevivencia y abundancia de estos individuos. Al mismo tiempo, si la erosión en la zona Norte frente al Hotel Grand Velas continúa, se podría afectar en mayor proporción la duna, provocando su erosión, afectando la vegetación de la misma, y disminuyendo con ello su protección.

7.2. RESULTADOS DE ESTUDIOS HIDROMORFOLÓGICOS.

Del estudio hidrográfico realizado, usando el archivo Sort se obtuvo un nuevo archivo de contornos o isobatas, las cuales son curvas batimétricas de igual profundidad y son ampliamente usadas en cartas marinas para navegación y son útiles para calcular distancias y profundidades. El someramiento gradual a lo largo de la línea de costa se ve alterado por la presencia de la plataforma continental. Para realizar un análisis comparativo de la evolución de la línea de costa en condiciones actuales y considerando la propuesta estructural de solución, se modeló el proyecto con las estructuras nuevas y evaluar el impacto hidromorfológico que causa la construcción de las estructuras.

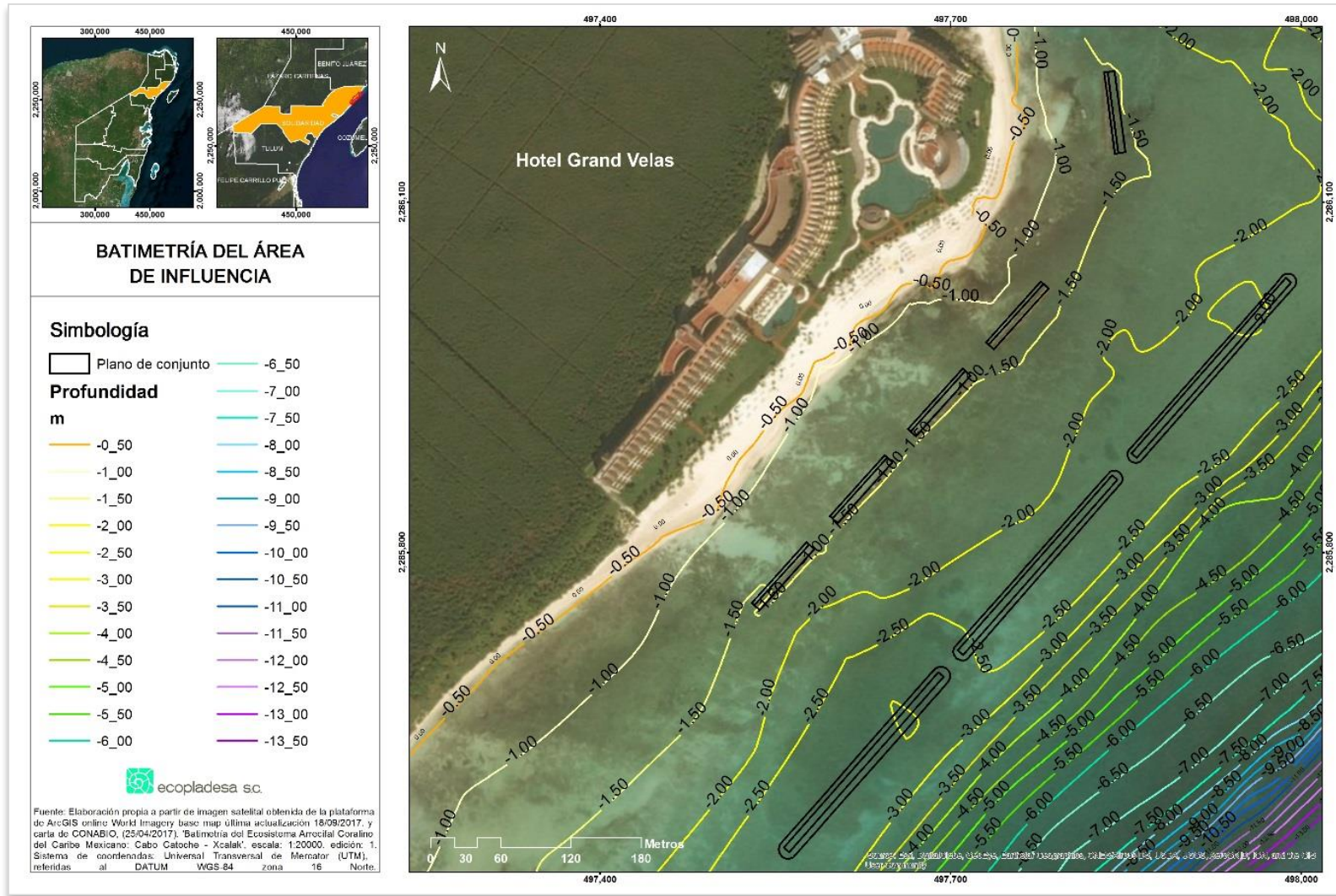


Figura 48. Batimetría del área de influencia donde se desplantarán los Arrecifes Artificiales.

En esta sección se describen los resultados más sobresalientes de la modelación hidromorfológica elaborada por la empresa Tecnoceano para valorar las condiciones actuales del sitio del proyecto:

Oleaje. -Los resultados del modelaje en condiciones actuales mostraron que los rompeolas actuales disipan la energía de la ola en buena parte y que el arrecife natural frente a Punta Bete disipa “parcialmente” la energía de la ola. La presencia de la isla de Cozumel es una protección parcial contra el oleaje “swell” que genera importantes efectos de difracción y refracción en Grand Velas Riviera Maya, ocasionando la llegada de un oleaje complejo. El rango de incidencia del oleaje bajo condiciones normales es de 0.1 a 0.5 m de altura con un rango de dirección de que va de 45 a 135 grados. Bajo condiciones de tormenta, el rango de altura de ola fue de 1 a 2 m frente a la playa.

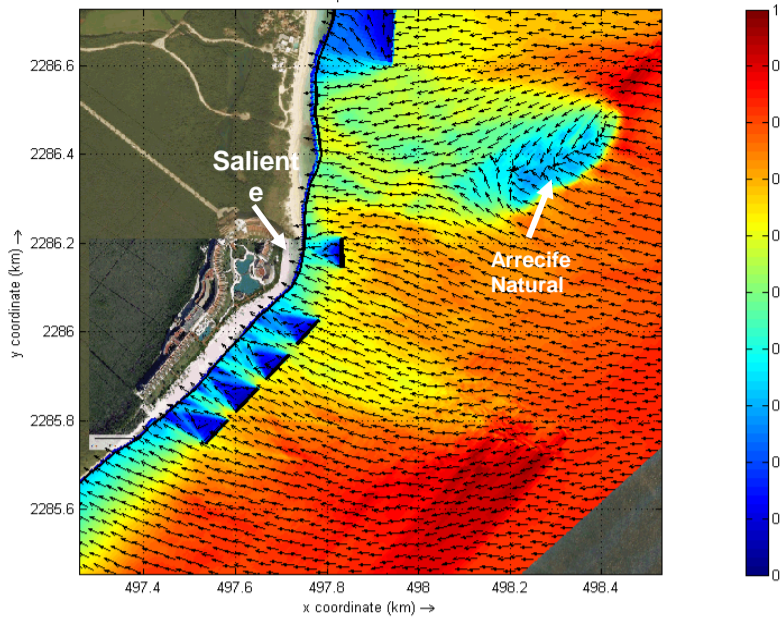
Corrientes. -En condiciones normales, la velocidad de la corriente en la línea de los arrecifes osciló entre los 0 y 0.3 m/s cerca de la costa del hotel. En condiciones de tormenta, la velocidad de la corriente alcanzó los 0.5 m/s. Tal como se reportó en los datos hidrográficos obtenidos de manera *in situ*, existe una corriente dominante con dirección hacia el norte producto de la corriente del canal de Yucatán.

Sedimentos. - Puesto que el transporte de sedimentos depende de cómo incide el frente de ola en la costa, este parámetro al igual que el oleaje, se vuelve complejo. Los resultados de haber evaluado la evolución temporal y espacial de una capa de sedimentos implantada de forma virtual mostraron un transporte de tipo transversal y longitudinal. En cuanto al transporte longitudinal, este podría considerarse como bidireccional con dirección preferente hacia el noreste, pues solamente en condiciones de nortes, el transporte de sedimento cambia con dirección preferente hacia el suroeste. En cuanto al transporte transversal, durante condiciones climáticas normales el sedimento permaneció en la playa sin embargo, en condiciones de tormentas estacionales intensas el sedimento escapó hacia aguas profundas.

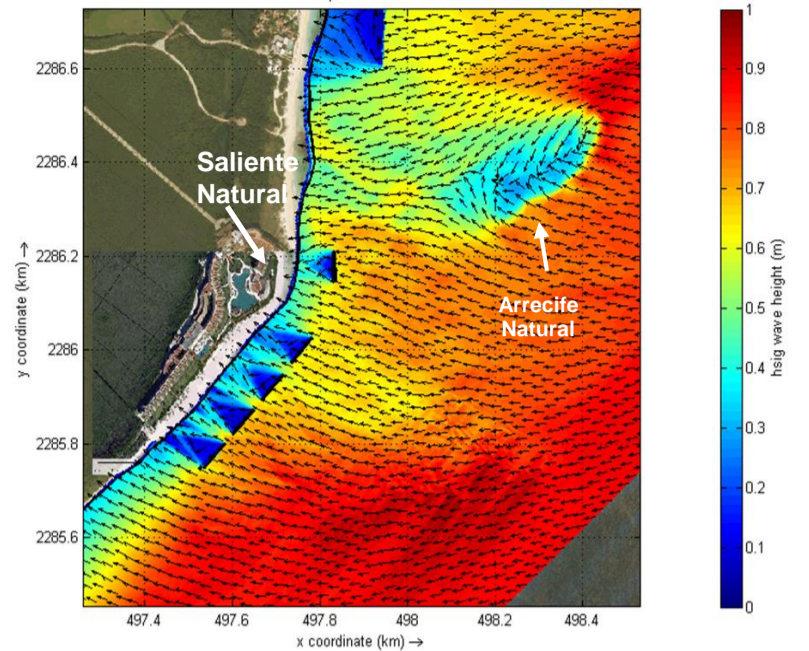
Teóricamente, el sedimento que escapa hacia aguas profundas debería volver al lugar de origen (la playa) sin embargo, la continuidad de temporales en un corto plazo así como la ausencia de sedimentos, evita que la playa se recupere por sí sola, los sedimentos transportados hacia aguas profundas ya no son afectados por el oleaje y por lo tanto al no levantarse del fondo tampoco son afectado por la corriente, solo el oleaje de tormentas extraordinarias lo moverá pero lo moverá lejos de la costa por lo que conforme avanza el tiempo los sedimentos se pueden quedar esparcidos frente a la costa o se alejarán aún más y se depositarán en oquedades del fondo marino.

Los resultados confirman el transporte transversal con dirección preferente de tierra hacia mar, no obstante, también muestra la funcionalidad de las estructuras de protección que ya existen frente a Grand Velas Riviera Maya.

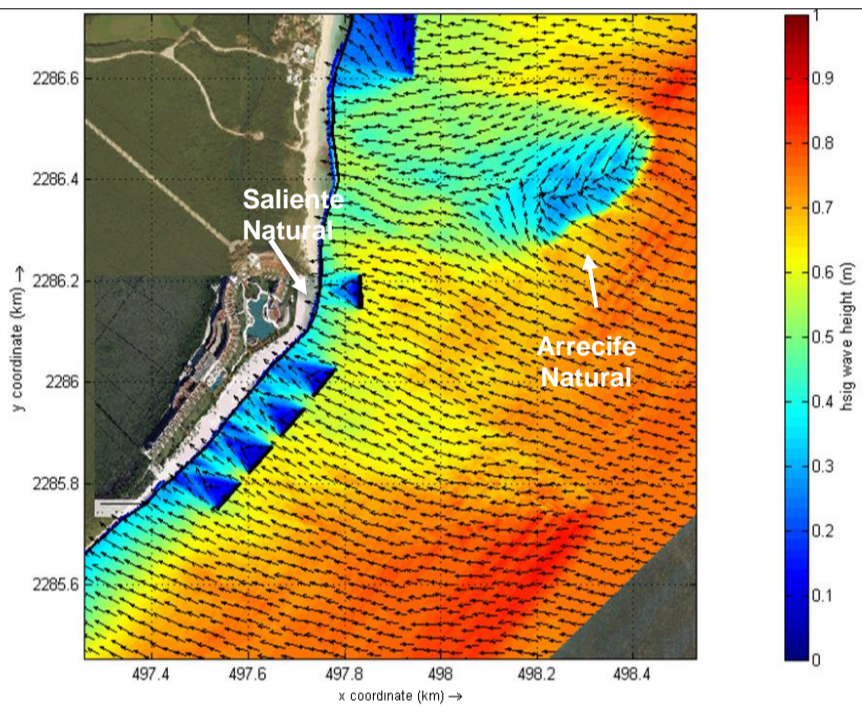
Resultados del modelaje hidro-morfológico de la costa de Grand Velas y Casa Velas en las condiciones actuales. A, B y C) modelo del oleaje, D) modelo de corrientes, E-G) movimiento de sedimentos.



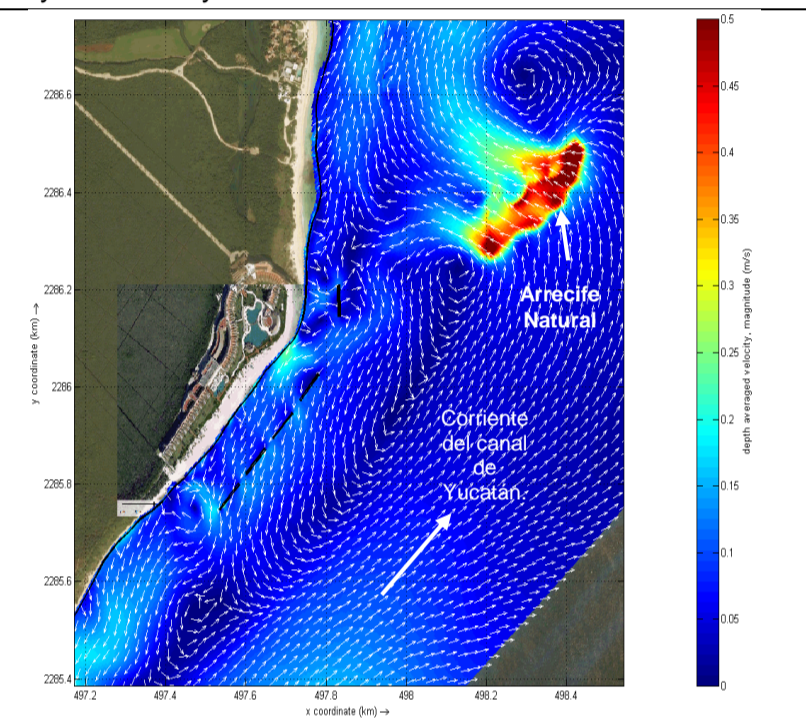
A) Altura del oleaje (m) proveniente del Este con altura de ola de más de 1 m. Los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules alturas de ola mínimas.



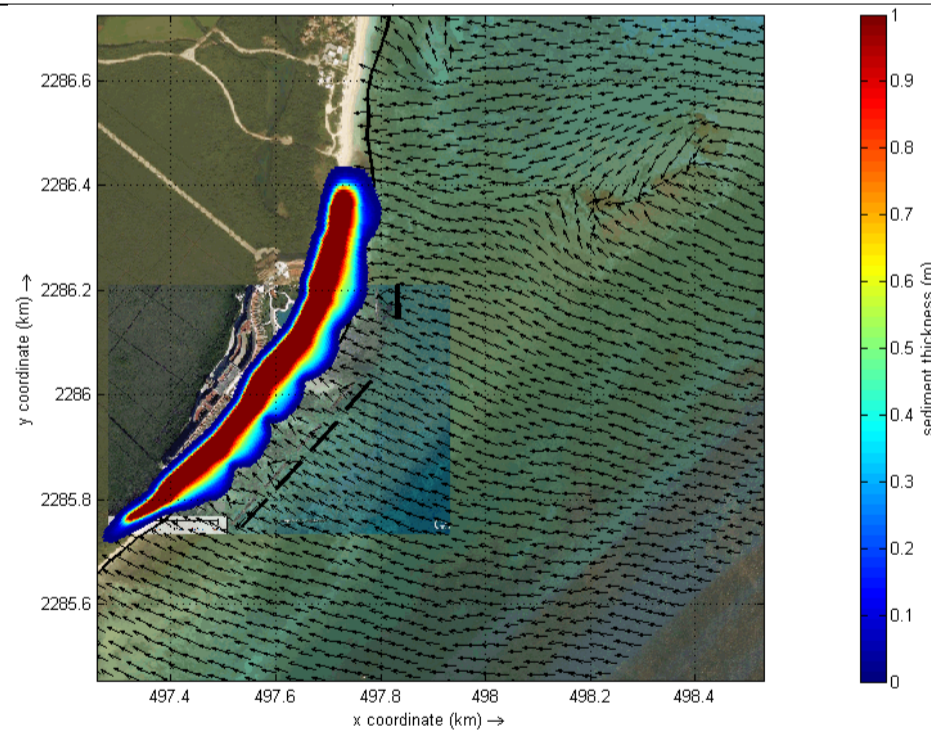
B) Altura del oleaje (m) proveniente del Noreste con altura de ola de más de 1 m. Los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules alturas de ola mínimas.



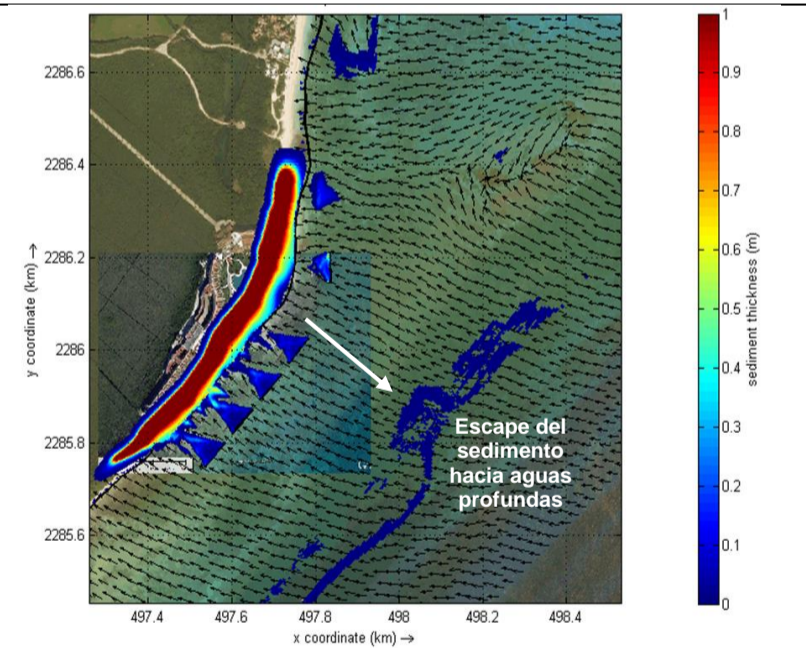
C) Altura del oleaje (m) proveniente del Sureste con altura de más de 1 m. Los colores rojos indican alturas de ola mayores a 1 m y colores azules alturas de ola mínimas.



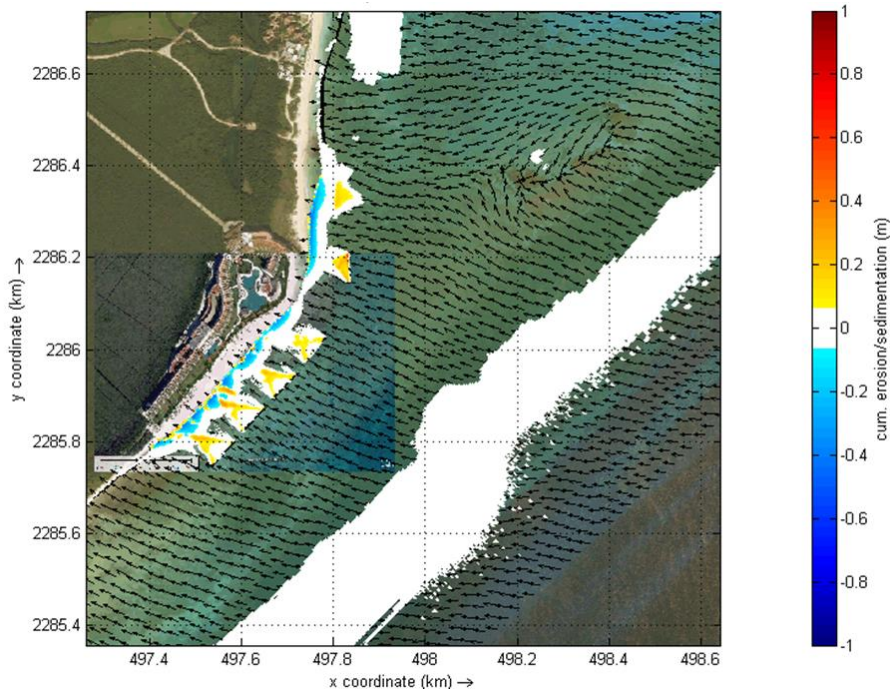
D) Corriente (m/s) modelada en condiciones de pleamar. Los colores rojos indican velocidades de corriente de 0.5 m/s y colores azules velocidades mínimas o nulas.



E) Grosor de la capa de sedimento implantada de forma virtual para evaluar el transporte de sedimento al inicio de la modelación. Los colores rojos indican grosores de capa de sedimento de 1 m y los colores azules a blancos indican la falta de sedimento o la anulación de la misma capa.



F) Grosor de la capa de sedimento después de haber modelado diferentes condiciones de oleaje. Los colores rojos indican grosores de capa de sedimento de 1 m y los colores azules indican la falta de sedimento o la anulación de la misma capa.



G) Grosor de la capa de sedimentos acumulado y erosionado después de haber modelado diferentes condiciones de oleaje. Los tonos azules indican las zonas erosionadas y los tonos amarillos a rojos el sedimento acumulado.

CONCLUSIONES PRINCIPALES

Como ya se mencionó, para poder realizar un proyecto sustentable de protección costera es necesario entender los procesos que intervienen en el sitio. A continuación, se generalizan las consideraciones geomorfológicas que pueden influenciar en el proyecto a construir:

- a) El desarrollo de Grand Velas Riviera Maya se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena por varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del desarrollo Grand Velas.
- b) El transporte de sedimentos es bidireccional, en primavera se tienen las condiciones de oleaje más bajo del año, en verano y otoño se presentan condiciones de oleaje del Sur y Sureste con mayor intensidad por la presencia de tormentas estacionales de intensidades medias y fuertes, y finalmente en invierno se presentan frentes fríos y algunos eventos de viento y oleaje fuerte del Noreste, de manera que solo en invierno se presenta transporte litoral hacia el Suroeste.
- c) Los resultados actuales de la hidromorfología así como los hechos reales, muestran que las estructuras de protección que actualmente protegen la costa de Grand Velas, ya no son suficiente ante los nuevos eventos climáticos. Basados en las modelaciones, es evidente que para mantener la playa estable, es necesario disipar más la energía del oleaje que incide sobre la línea de costa manteniendo la salud del ecosistema. En base a estos resultados y consideraciones, es que se propone

modificar el proyecto de protección de playa del complejo hotelero Grand Velas Riviera Maya (capítulo siguiente).

- d) Al evaluar los resultados del modelo considerando el proyecto A sobre el desarrollo Grand Velas Riviera Maya se puede concluir lo siguiente:

Después de realizar el trabajo de campo, el análisis de la información, las propuestas de solución, los modelajes matemáticos en condiciones normales y con rompeolas del proyecto (ya descrito en el capítulo 2 de esta MIA-R), se puede concluir lo siguiente:

- 1) Es posible recuperar y estabilizar la playa frente al lote del desarrollo Grand Velas Riviera Maya de forma importante.
- 2) Es posible hacer un relleno de playa con arena extraída de un banco de arena marino sin afectar el ecosistema ni las playas vecinas de forma negativa.
- 3) Estas playas arenosas pueden ser estables en condiciones de oleaje normal y de tormentas estacionales.
- 4) La ejecución del proyecto no amenaza el ecosistema porque no se introducen materiales exóticos, ni se amenaza la vida marina.
- 5) No se genera erosión a las playas vecinas ya que no se interrumpe el transporte de sedimentos a lo largo de la costa, de hecho el proyecto genera impactos positivos.
- 6) El modelaje matemático fue la herramienta ideal para evaluar la efectividad de los rompeolas.
- 7) Es necesario estar consciente de que se requiere un mantenimiento correctivo después de períodos de tormentas estacionales y extraordinarias.

8 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Cuadro 20. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
<p>Área de estudio y zona de influencia.</p>	<p>El área de estudio corresponde al área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, en la franja costera marina del terreno donde opera el Hotel Grand Velas y Casa Velas.</p> <p>El proyecto contempla las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y el trasplante de corales. 2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la etapa de construcción, y derivado de las actividades de monitoreo en operación. 3. Relleno de playa durante la etapa de construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación. 4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes. <p>La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental Regional (SAR) definido para el proyecto, que va desde el Hotel Iberostar hasta la parte sur del Hotel Grand Velas, como referencias terrestres y con referencias de la macrocelda litoral se encuentra ubicada entre Punta Maroma a Punta Xcalacoco, a su vez dividido en una zona terrestre y otra marina. El SAR Punta Xcalacoco-Punta Maroma tiene una superficie total de 4,560.31 ha, de la cual la porción terrestre cuenta con una superficie total de 2,141.36 ha y la porción marina con una superficie de 2,418.95ha. Dentro de este sistema ambiental se definió un área de estudio donde quedó inserto el proyecto que se propone. El SAR se encuentra con áreas de vegetación natural, vialidades secundarias y diferentes accesos de terracería que la fragmentan, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general tiene cierta fragmentación, sin embargo aún no es tan evidente como el de otras zonas de la costa.</p> <p>Dentro del SAR se definió un área de influencia indirecta y otra directa. Esto con el fin de valorar de manera diferencial los impactos que se generarían por las actividades propuestas.</p>
<p>Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.</p>	<p>Los vecinos más cercanos al área de estudio son:</p> <p>Al Norte, predio sin obras y Hotel Mayacoba. Al Sur, Predio sin obras y Hotel Princess. Al Este, Zona marina con cierto tránsito de embarcaciones y tránsito de peatones en la zona de playa.</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	<p>Al Oeste, Predio del proyecto Hotel Grand Velas y Casa Velas, el cual se encuentra en la etapa de operación y con importante afluencia de turistas a lo largo del año.</p> <p>En la zona de influencia indirecta del proyecto se tienen algunos núcleos de observadores: Al Norte se ubican el hotel Mayacobà cuyos usuarios transitan a pie por la playa de Grand Velas. Al sur de igual forma se registran varios transeúntes provenientes de los hoteles ubicados al sur como el Princess. Al Este, las personas que circulan en embarcaciones en la zona marina, y las personas que transiten caminando en la zona de playa, que son los usuarios de los hoteles, pescadores, vendedores ambulantes, entre otros. Al Oeste, solamente las personas que entren al Hotel Grand Velas hasta la zona de playa, y en el límite del SAR se ubica la carretera federal 307 a 2.17 Km de donde se desarrollará el proyecto, pero este no es visible desde ella.</p> <p>La accesibilidad a la zona del proyecto es bastante grande, ya que se tiene acceso por la playa, por la zona marina y por el hotel que está en operación.</p> <p>El paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo (tipo gran turismo o de diferentes estrellas), playas hermosas con arena blanca; mar azul turquesa típico del Caribe en algunas de las zonas y otras con el mar color café por el aporte de materia orgánica y taninos de los humedales. Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa y de las dunas, son aquellas que transitan por la playa, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SAR, ya que en ellos pueden apreciar las condiciones de estos ambientes. Asimismo, las personas que transitan por la playa pueden percibir varias estructuras protectoras de costa, siendo que algunas sobresalen del nivel medio del mar, como es el caso de las instaladas por Mayacoba y el Hotel Grand Velas.</p>
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).	<p>Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del SAR lo hacen vía terrestre caminando, o bien, por embarcaciones en la zona marina. La zona marina del predio no se usa por los prestadores de servicios turísticos para buceo libre ni esnorqueleo, de ahí que el paisaje del fondo marino no se consideró como componente central para el análisis del paisaje.</p> <p>El componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia del proyecto y del sitio donde se proponen las obras, es la vegetación y uso de suelo en la parte terrestre, y en la zona marina se considera sólo una unidad visible como el mar en su</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	<p>totalidad, ya que los observadores que transitan en las embarcaciones van sobre ellas y no buceando en el fondo, y los transeúntes de la playa perciben la unidad de paisaje de playa del SAR terrestre y el mar en su totalidad con las estructuras protectoras de playa que son sobresalen del nivel del mar.</p> <p>De ahí que en la zona de influencia terrestre hay 8 unidades de paisaje donde la infraestructura y zonas desmontadas rompen con la continuidad de la vegetación: vegetación de duna, manglar, selva, infraestructura, playa, cuerpos de agua, y áreas sin vegetación, siendo predominante la vegetación de manglar.</p> <p>En la zona marina se consideró una unidad de paisaje que corresponde a la vista que tiene el mar desde la superficie. En esta vista superficial son visibles las zonas de boyeo que marcan áreas de tránsito de embarcaciones, o bien, estos proyectos de arrecifes artificiales o protecciones costeras, que han sido instalados en proyectos en varias partes del SAR. Durante la construcción del proyecto se percibirán las embarcaciones, siendo más evidente la draga, y el movimiento de personal en la zona marina con las embarcaciones menores de apoyo.</p> <p>En los hoteles donde más sobresale la instalación de estructuras de protección costera son en Punta Maroma, Tres Ríos, Hotel Blue Bay y H10, Mayacoba y Grand Velas.</p> <p>En lo que respecta al banco de arena las actividades serán desde el fondo y desde arriba sólo se percibirán las embarcaciones, de ahí que de igual forma el mar se considera como una unidad de paisaje.</p> <div data-bbox="672 1392 1276 1850" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="776 1864 1172 1896">Espigón del Hotel Tres Ríos</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	 <p data-bbox="735 699 1213 730">Hotel H10 Estructura tipo espigón</p>  <p data-bbox="654 1184 1294 1215">Arrecifes artificiales temporales de Mayacobá</p>  <p data-bbox="537 1671 1411 1703">Bolsacretos temporales y permanentes del Hotel Grand Velas</p> <p data-bbox="518 1745 1430 1875">Figura 49. Se muestran algunas estructuras colocadas en el área marina del SAR del proyecto, que forman parte del paisaje marino que perciben los transeúntes de la playa y los que circulan en el área marina.</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	<p>El componente central en la zona de influencia indirecta y directa de acuerdo al proyecto que se plantea está conformado por 3 ecosistemas principales: playa, duna y zona marina.</p> <p>La playa se percibe con una zona rellenada que corresponde a Mayacoba y otra en proceso erosivo que corresponde a la del hotel Grand Velas, y con transeuntes. La duna se aprecia en condiciones de cobertura vegetal de la restauración en Velas y parcialmente impactada en Mayacoba. La zona marina se aprecia con boyas, arrecifes artificiales temporales, estructuras protectoras de costa, tránsito marítimo.</p>
<p>Controlar las condiciones de visibilidad.</p>	<p>La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por la playa y en las embarcaciones, y los que accedan por el camino de conexión con la carretera al Hotel Grand Velas. Las actividades no son percibidas desde la carretera por lo distanciado que se encuentran de ella a 2.17km.</p> <p>No hay un punto de vista panorámico ya que el área de su ubicación es plana, y el proyecto se ubica en la cota batimétrica de 2.50 msnm. Y la playa en la cota topográfica de 0 a -0.50 msnm.</p> <p>Desde las embarcaciones solamente serán perceptibles los arrecifes artificiales en el caso de marea baja, ya que estarán desplantados con la corona a nivel medio del mar; de las estructuras existentes solamente se conservará el nivel de fondo ya que el superior ya no estará, por lo que no serán visibles en ningún momento desde la zona marina ni desde la zona terrestre. Regresando con esta modificación el paisaje marino al efecto infinito.</p> <p>Asimismo el boyeo que se instale para señalarlos será visible desde el área marina. En el caso del relleno de playa se observará mejor desde la zona de playa y se incorporarán como elementos naturales de los ecosistemas de alrededor.</p> <p>Durante la etapa de construcción serán visibles las embarcaciones que realizarán los trabajos en la zona marina, siendo más evidente la draga por su tamaño. Así como el movimiento de las embarcaciones menores con su personal.</p>
<p>Analizar calidad y fragilidad paisajística.</p>	<p><u>Calidad del paisaje</u></p> <p>El proyecto se insertará en un SAR que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	<p>desarrollo turístico. Sin embargo, en el caso particular del proyecto su objetivo consiste en la rehabilitación de la zona de playa tras los procesos erosivos intensos que han presentado. De ahí que la calidad paisajística se modificará sólo desde la vista de los observadores que pasan por la playa y en la zona marina, ya que desaparecerán de la vista las estructuras existentes y los arrecifes artificiales nuevos no serán visibles desde ninguna parte, a menos que acontezca la marea baja. En este último caso no serían elementos extraños del paisaje, ya que en la parte norte, están las estructuras del Hotel Mayacoba, y en otras partes del SAR también se han desarrollado otros proyectos de este tipo para obtener una calidad del paisaje similar a la previamente existente en la zona de playa y dunas. Asimismo, la zona de los arrecifes se boyará para evitar afectaciones de ningún tipo, las cuales sí serán visibles por las embarcaciones que transiten en la zona marina.</p> <p>Debido a que la duna del hotel Grand Velas se mantiene en buenas condiciones en la mayor parte de su extensión, y solo es la punta Bete la que presenta una merma en la cobertura vegetal, la calidad del paisaje no se verá modificada significativamente en este rubro. Sin embargo, a largo plazo el mantenimiento de esta duna es de vital importancia para el proceso de acreción del sedimento que deberá acontecer para estabilizar la playa que se restaurará. El relleno de playa solamente reforzará el paisaje de playa que actualmente tiene el hotel, pero sin procesos erosivos, ya que su playa se restauró de manera natural sin necesidad de relleno cuando fue implementado el primer proyecto de colocación de protecciones costeras.</p> <p>La duna restaurada junto con el relleno de playa se integrará al paisaje natural como un paisaje conservado mejorando la calidad del paisaje y disminuyendo su fragilidad actual.</p> <p>La calidad paisajística desde la carretera federal o de algún otro punto de los caminos perpendiculares de acceso a la playa no presentará cambios, dado que la vegetación de selva y manglar no permiten ver el proyecto.</p> <p>Otro factor a considerar en la calidad y fragilidad del paisaje es que con este tipo de proyectos de rehabilitación no se genera infraestructura que rompa la continuidad del paisaje en la parte terrestre y se apega a lo que marca el POEL del Municipio de Solidaridad. Asimismo, en la zona marina el tipo de proyecto se apega a las actividades que permite el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe de rehabilitación dada la dinámica costera de</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.
	<p>constante cambio actualmente. Este tipo de proyectos vienen a contribuir a los mecanismos de rehabilitación para recuperar la calidad del paisaje actual a condiciones similares a las previamente existentes y a mitigar los impactos del cambio climático y costeros que se están dando actualmente y que se prevén vayan en aumento, pudiendo ser adaptadas al cambio climático en caso de requerirse.</p> <p><u>Fragilidad</u></p> <p>Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores.</p> <p>A nivel del SAR, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es la de manglar por lo que tiene un valor de fragilidad bajo siendo el área con mayor potencial de conservación reforzado por la normatividad de protección que lo regula, aun cuando ha sido fragmentado por algunos accesos perpendiculares a la playa, por lo que representa el 41.32% de la cobertura del SAR; las áreas de selva tienen una fragilidad media condicionada por su aprovechamiento para desplantar infraestructura y por eventos de incendios y perturbaciones antrópicas puntuales y representa el 28.84% del SAR; las unidades de paisaje de duna y playa tienen una fragilidad alta debido a que varios de los desarrollos turísticos se han instalado en esa zona y las áreas de vegetación que prevalecen presentan procesos erosivos importantes. Estos representan el 0.62% y 1.20 % del SAR, respectivamente. La zona marina tiene una fragilidad media en función de los cambios naturales y antropogénicos que se dan en la zona marina del SAR y en función de la modificación de su dinámica por el cambio climático global.</p> <p>El proyecto se enfoca a las unidades de paisaje con fragilidad alta, ya que su objetivo consiste en la rehabilitación de la zona de playa del hotel, dada su erosión por el impacto de procesos naturales que han acontecido en el área a través de los años. De ahí que se espera que dichas áreas, una vez implementado el proyecto, pasen de ser áreas de fragilidad alta a fragilidad media, representando con ello una protección natural adicional al ecosistema de duna y manglar, y tendrá una visibilidad baja a nula.</p>



Fragilidad paisajística	Antes del proyecto	Después del proyecto
	Unidades de paisaje centrales	
Bajo	Manglar	Manglar
Medio	Selva y zona marina	Selva y zona marina Duna costera y playa
Alto	Duna costera y playa	---

Con la implementación del proyecto se busca rehabilitar y recuperar las condiciones ambientales de la vegetación de duna costera y revertir los procesos erosivos de la playa, mejorando con ello la calidad paisajística de la zona costera del predio y creando nuevos hábitats para la colonización de organismos bentónicos y el desarrollo de gran diversidad de especies marinas.

A continuación se presenta una serie de imágenes en las que se observan diferentes perspectivas paisajísticas del proyecto “Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”, donde se puede observar el estado actual de fragilidad del área de playa, así como en su etapa final con las mismas unidades de paisaje pero ahora rehabilitadas y con una fragilidad media.



Figura 50. Perspectiva de la recuperación de playa y cambio del paisaje marino al modificar las estructuras protectoras de playa actuales. A) Vista sin proyecto (estado actual) con playa erosionada y protecciones costeras que sobresalen del nivel del mar, B) Vista con el relleno de playa, modificación de las estructuras existentes al eliminar la parte que sobresalen del nivel del mar, y proyectando que los arrecifes artificiales que se proponen estarán a nivel del mar, recuperando con ello el efecto infinito del mar.



Figura 51. Comparativo de la perspectiva paisajística de los arrecifes artificiales en la zona marina- vitos desde arriba. A) Vista sin proyecto, B) Vista con proyecto. Los arrecifes artificiales que se proponen estarán a nivel medio del mar, por lo que sólo serán percibidos en marea baja. Los transeúntes y observadores de la zona marina no los percibirán a nivel de terreno o mar. Sólo se percibirán en vistas aéreas como las que se presentan: las estructuras existentes que se modificarán sólo serán visibles en esta vista por la parte que quede en el fondo, y los arrecifes artificiales nuevos porque estarán más cerca del nivel del mar sin sobresalir.



Figura 52. Comparativo de la perspectiva paisajística de los arrecifes artificiales en la zona marina-vivos desde arriba. A) Vista sin proyecto, B) Vista con proyecto. Los arrecifes artificiales que se proponen estarán a nivel medio del mar, por lo que sólo serán percibidos en marea baja. Los transeúntes y observadores de la zona marina no los percibirán a nivel de terreno o mar. Sólo se percibirán en vistas aéreas como las que se presentan: las estructuras existentes que se modificarán sólo serán visibles en esta vista por la parte que quede en el fondo, y los arrecifes artificiales nuevos porque estarán más cerca del nivel del mar sin sobresalir.

9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Existe un alto porcentaje de costas en el mundo (70%-90% dependiendo de los autores) que están sufriendo procesos de erosión. En muchos casos, las actividades del hombre han hecho que este fenómeno se incremente, por ejemplo limitando el abasto de sedimentos que vienen de tierra adentro o bien por obras de protección costera que evitan el movimiento de sedimentos entre las diferentes celdas costeras, y la propia elevación del mar cuyo oleaje penetra más en las propias playas llevándose la arena de zonas donde no alcanzaba previamente (Bird, 1996).

Un incremento en el nivel del mar, como consecuencia del cambio climático que hoy vivimos, modifica el balance entre el transporte hacia la tierra y hacia el mar, de modo que más frecuentemente se extraen más sedimentos hacia mayores profundidades, de donde no pueden regresar. Por tanto el incremento en el nivel del mar produce un presupuesto negativo y hace que aumente la erosión. Otro factor que afecta este balance son las estructuras costeras como muelles, y las denominadas estructuras de protección como escolleras, espigones, muros de contención, que frecuentemente se asocian a las bocas de lagunas, desembocaduras de ríos y desarrollos turísticos mal planificados.

Diagnóstico ambiental a nivel del SAR

El Sistema Ambiental Regional determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera. Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 4. La vegetación con mayor superficie en el SAR fue el manglar con 884.88 ha, seguida de la selva baja subcaducifolia con 488.94 ha.

La vegetación de selva tiene una altura promedio de 8 m (aunque existen ejemplares de hasta 15 m), la estructura y composición florística se encuentra en buen estado de conservación en la mayor parte de su superficie, sin quedar a salvo que puedan presentar diferentes grados de sucesión tras eventos pasados de perturbación.

El manglar presenta por lo menos cuatro distintas asociaciones y se encuentra en general en buen estado de conservación, sin embargo sí ha perdido superficie debido al proceso de erosión costera y retroceso de la línea de costa que de manera natural se da en el SAR. Esta problemática en el manglar se ve incrementada por la presencia de huracanes y tormentas que generan muerte de individuos por deshidratación, sofocación por arena e intrusión salina. Se prevé que estos daños serán incrementados por efectos del cambio climático. Otro factor que amenaza al ecosistema de manglar es el desmonte para la construcción de caminos e infraestructura turística.

En lo referente a la vegetación de duna costera en la mayor parte del SAR ha sido modificada en algún grado. Hay secciones donde se ha mantenido en su zonificación natural con la sección de halófitas costeras y matorral costero o selva baja costera, pero en otras ha prácticamente desaparecido debido al asentamiento de infraestructura de diferente índole, disminuyendo con esto la protección natural que este ecosistema ofrece ante el embate de los procesos erosivos marinos.

Como resultado de la erosión de la playa y duna costera en algunas partes del SAR existen restos palmas que han quedado expuestas al mar con efectos erosivos evidentes en sus raíces, observándose pendientes verticales en la dunas por los efectos erosivos.

El SAR marino presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. Por este motivo, y con la finalidad de caracterizar la biota marina, el área de estudio se dividió en 4 secciones, de acuerdo a sus características de estructura arrecifal. Un arrecife típico de la zona del Caribe Mexicano está compuesto de 3 zonas estructurales: Laguna Arrecifal (LA), Cresta Arrecifal (CA) y Arrecife Frontal (AF),

con 2 a 3 subzonas características para cada una (Gutiérrez, *et al.*, 1993). Este patrón de zonación muestra variaciones en cuanto a la estructura del arrecife en las 4 secciones definidas para el SAR de este estudio. La sección I que es donde se propone el proyecto, es la menos compleja, ya que en la Laguna Arrecifal no hay praderas de pastos marinos; la Cresta Arrecifal está prácticamente ausente y el Frontal Interior es muy incipiente. La sección II es parecida a la sección I, solamente que la Laguna Arrecifal es más compleja por la presencia de praderas importantes de pastos marinos. La sección III es la mejor estructurada, con una Cresta Arrecifal bien definida y continua, con una Laguna bien desarrollada y un Arrecife Frontal sin presencia de macizos y canales, al igual que todos los arrecifes de la parte norte de Quintana Roo. La sección IV es un sitio de transición entre la Cresta Arrecifal de Punta Maroma y la del arrecife de Puerto Morelos, de modo que se tiene una Laguna extensa y profunda con algunos parches de arrecifes coralino.

En todo el estudio que se llevó a cabo para la caracterización biológica marina para el proyecto se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, así como los gorgonaceos, *Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*.

El arrecife del SAR marino de este proyecto se encuentra sujeto a factores ambientales y antrópicos que provocan la baja presencia de corales constructores de arrecifes, lo cual se refleja en un detrimento de la calidad y funcionalidad de este ecosistema.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el estado de conservación del SAR es medio en su parte terrestre y marina.

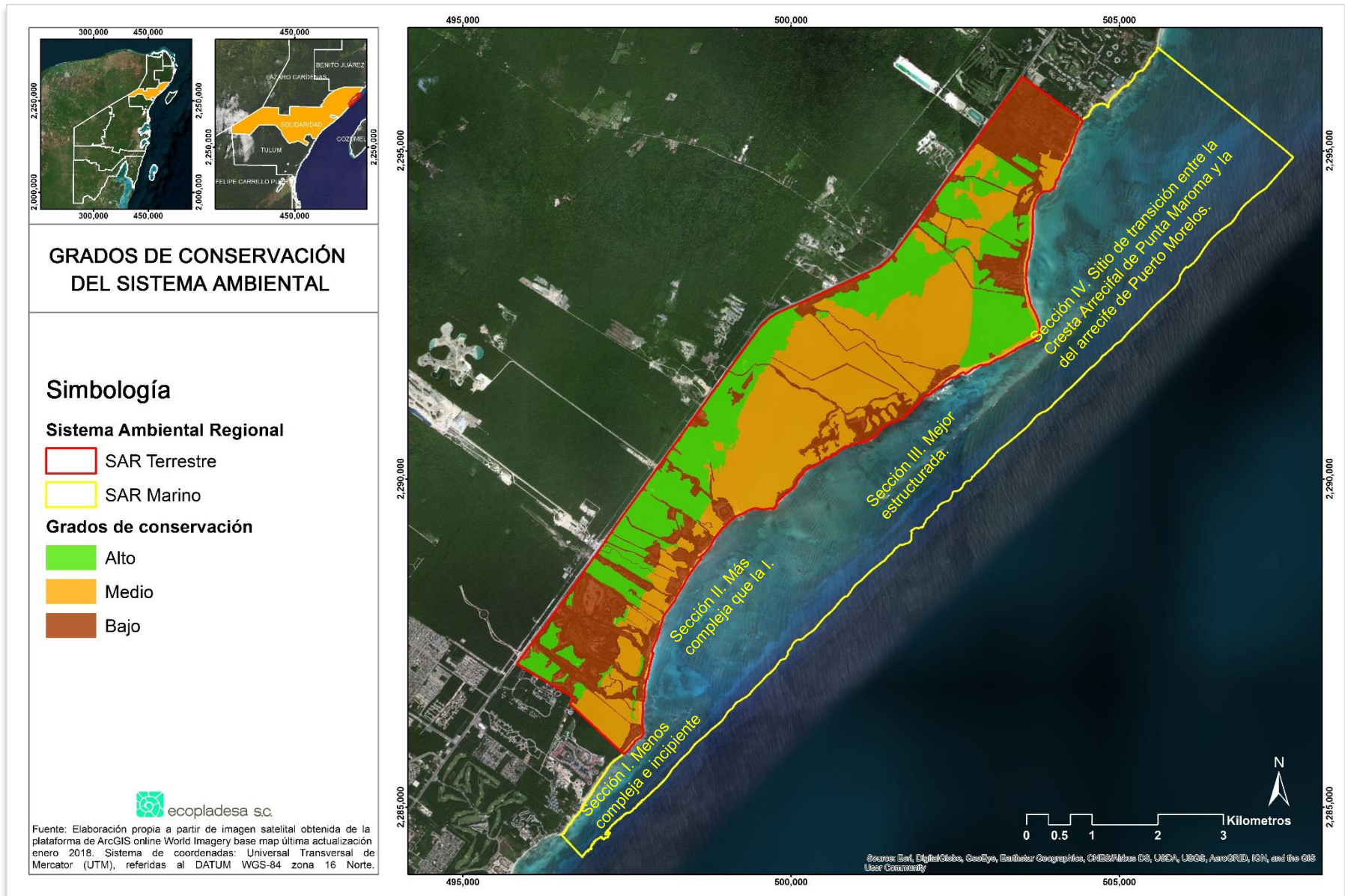


Figura 53. Se muestra el estado de conservación de la vegetación en el SAR terrestre.

Diagnóstico ambiental a nivel del área de interés

Como ya se mencionó, para poder realizar un proyecto sustentable de protección costera es necesario entender los procesos que intervienen en el sitio. A continuación, se generalizan las consideraciones geomorfológicas que pueden influenciar en el proyecto a construir:

- a) El desarrollo de Grand Velas Riviera Maya se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena por varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del desarrollo Grand Velas.
- b) El transporte de arena es bidireccional con preferencia de Suroeste a Noreste ya que el oleaje reinante proviene del Sur y Sureste, el transporte de arena de Norte a Suroeste solo se presenta en invierno durante la presencia de frentes fríos.
- c) El desarrollo Mayakoba que es el vecino del norte está implementando un proyecto de protección y estabilización que incluye Arrecifes Artificiales Temporales paralelos a la costa y relleno de arena en la playa que ha sido terminado en septiembre de 2017, este proyecto que además incluyó un vertimiento de arena que apoyará la zona y no interrumpirá el transporte longitudinal de arena; la segunda etapa del proyecto de Mayakoba incluye construir tres Arrecifes Artificiales Permanentes alineados con el Arrecife Natural. El proyecto que propone el desarrollo Grand Velas consiste en continuar esa línea de protección con los arrecifes artificiales A1, A2 y A3, de esa forma el área de costa protegida será mayor y de forma global, y la arena vertida en la playa permanecerá de forma estable más tiempo.
- d) A largo plazo, el proyecto del desarrollo Grand Velas consiste en continuar la línea de protección de los arrecifes A, B, y C de Mayacoba, y con el arrecife natural que se ubica al norte; proveer hábitat para la flora y fauna que se adhiera de manera natural a los arrecifes, e implementar acciones de monitoreo y trasplante de corales que permitan conformar un hábitat para algunas especies de coral.
- e) El área de influencia indirecta y directa presentan un estado de conservación medio-bajo, ya los impactos de los procesos erosivos han impactado los ecosistemas terrestres y marinos, aunque se estén implementando proyecto para su recuperación.

10 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

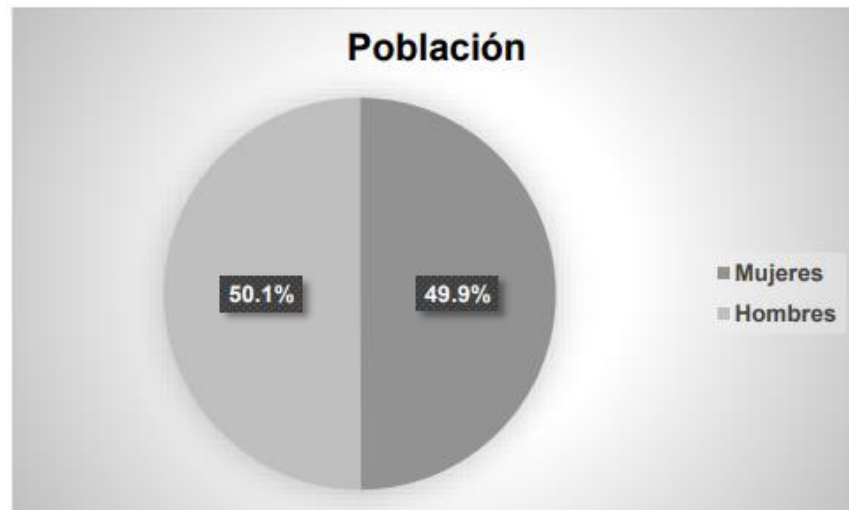
10.1 CONTEXTO REGIONAL.

Los centros de población adyacentes a la Unidad Fisiográfica Punta Xcalacoco – Punta Maroma identificada como el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto es Playa del Carmen en el municipio de Solidaridad, siendo un centro de población con importante afluencia de pobladores e influencia para el proyecto, particularmente por el uso de recursos naturales a través de diferentes actividades económicas y productivas asociadas.

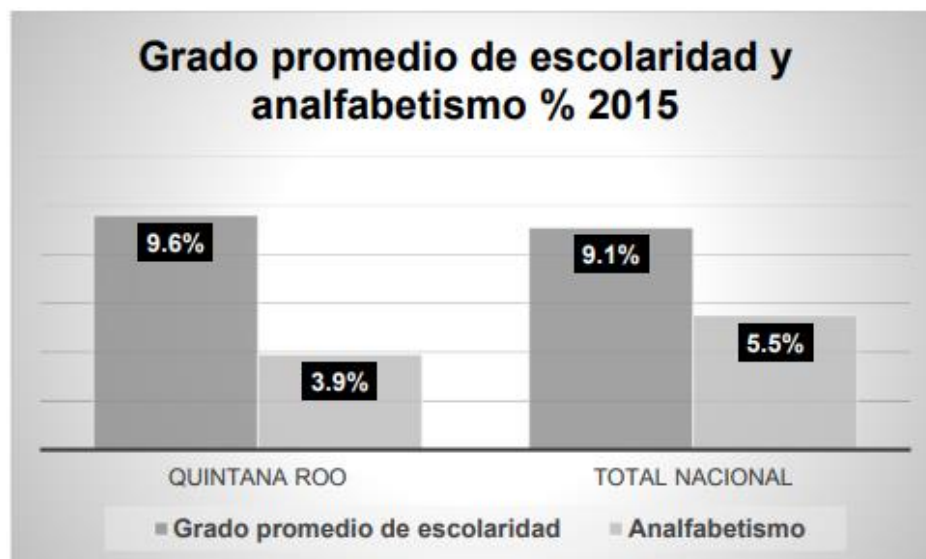
Este análisis busca establecer por tanto los principales aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales de la zona adyacente al área del proyecto.

10.1.1 Demografía.

La población a nivel estatal es de un total de 1, 501,562 personas, de las cuales el 49.9% son mujeres y el 50.1% hombres, según la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015).



En lo que respecta al nivel educativo, en el 2015 tuvo un grado promedio de escolaridad de 9.6 por encima del promedio nacional que es de 9.1, y un bajo índice de analfabetismo (3.9%) en comparación con el total nacional (5.5%)¹¹.



¹¹ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Encuesta Intercensal 2015.

10.1.2 Actividad económica.

El Producto Interno Bruto (PIB) de Quintana Roo en 2014 representó el 1.6% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento de 0.05%.

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2015, Quintana Roo registró un incremento en su índice de actividad económica de 6.6% con respecto al mismo periodo del año anterior.

Indicador trimestral de la actividad económica estatal		
Denominación	Variación % 2do trimestre 2015 ^{*p/}	Posición a nivel nacional
Total nacional	2.2	
Quintana Roo	6.6	3
Actividades primarias	16.0	3
Actividades secundarias	1.3	15
Actividades terciarias	7.4	2

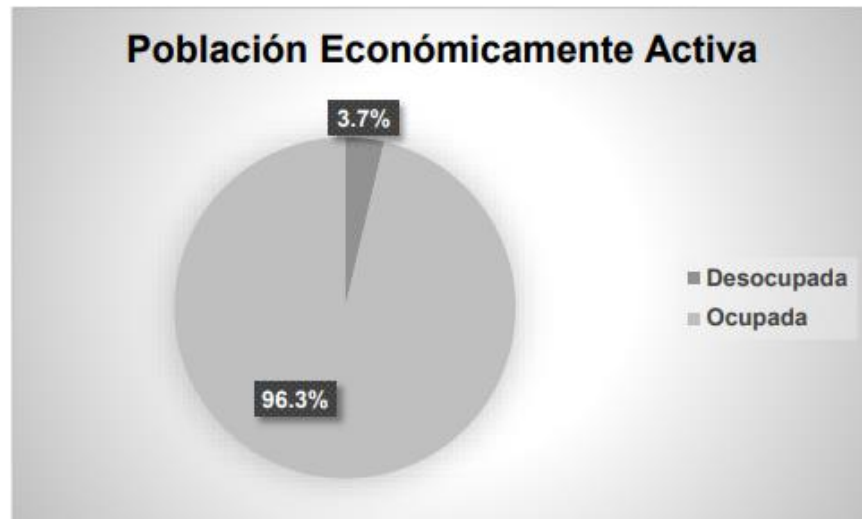
*variación porcentual real respecto al mismo periodo del año anterior.

Por grupo de actividad económica, las actividades primarias, secundarias y terciarias aumentaron 16.0, 1.3 y 7.4%, respectivamente. Siendo las primarias las que contribuyeron en mayor medida al comportamiento positivo en la entidad.

Según cifras del INEGI, al mes de febrero de 2016, la ciudad de Chetumal registró una tasa de inflación anual de 2.60%, por debajo de la inflación nacional (2.87%). De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, esta entidad federativa cuenta con 59,451 Unidades Económicas, lo que representa el 1.2% del total en nuestro país.

Al cuarto trimestre de 2015, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 790,255 personas, lo que representó el 67.5% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 96.3% está ocupada y el 3.7% desocupada¹².

¹² Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el cuarto trimestre 2015 [12 de febrero, 2016]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).



Entre las principales actividades se encuentran: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (22.0%); comercio (17.1%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (12.4%); construcción (7.8%); y, transportes, correos y almacenamiento (6.5%). Juntas representan el 65.8% del PIB estatal.



Los sectores estratégicos en Quintana Roo son: agronegocios, forestal, pesca y acuicultura, manufactura, turismo y apoyo a negocios. Mientras que a futuro se espera que sean: Tecnologías de la Información, energía renovable y biomasa¹³.

En el rubro de infraestructura productiva, el estado cuenta con los siguientes parques industriales:

- Parque industrial de Chetumal (Huay-Pix, Quintana Roo)
- Parque Industrial y Logístico de Puerto Morelos (Puerto Morelos, Quintana Roo)
- Parque Industrial IBC (Chetumal, Quintana Roo)

¹³ Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

De acuerdo con el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013, el estado de Quintana Roo contaba en 2012 con una longitud carretera de 5,443 km. Adicionalmente, cuenta con 14 puertos y terminales portuarias, seis de ellas cuya actividad preponderante es la comercial, seis turísticos y dos pesqueros, de los cuales, diez se clasifican como puertos de altura, es decir, atienden embarcaciones, personas y bienes de navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales. La entidad también cuenta con un aeropuerto nacional, tres aeropuertos internacionales y 18 aeródromos¹⁴.

Según el informe Doing Business 2014¹⁵, publicado por el Banco Mundial (BM) y la Corporación Financiera Internacional (CFI), que clasifica a las economías por su facilidad para hacer negocios, la ciudad de Cancún, Quintana Roo, ocupa el 25° lugar de las ciudades analizadas en México, a diferencia del informe anterior donde ocupó el 27°.

Asimismo, al desagregar este indicador, se observa que Quintana Roo ocupa el 30° lugar para apertura de un negocio, el 9° respecto al manejo de permisos de construcción, el 31° en registro de propiedades y el 18° en cumplimiento de contratos.

10.1.3 Sector externo.

Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Economía (SE)¹⁶, durante 2013 Quintana Roo ocupó el 32° lugar por el valor de sus exportaciones. Destacó como principal actividad la industria manufacturera con un valor en sus exportaciones de 36.5 mdd*. El subsector con mayor participación fue la industria alimentaria que representó el 95.4%. La entidad también exportó hortalizas, frutas miel de abeja y chicle natural¹⁷.

¹⁴ Delegación Federal en Quintana Roo 2014.

¹⁵ Información consultada en el sitio web <http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreconomies/mexico> el 13 de noviembre de 2017.

¹⁶ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Economía. Estadísticas de Exportaciones por Entidad Federativa (Resultados 2007-2013).

¹⁷ Delegación Federal de Quintana Roo 2013.



De enero-diciembre de 2015, la entidad atrajo una Inversión Extranjera Directa (IED) de 284.9 mdd, lo que representó el 1.0% del total nacional¹⁸.



Con respecto a las remesas, alcanzó un total de 117.4 mdd durante el periodo enero-diciembre de 2015, lo que significó un crecimiento de 11.7% respecto al mismo periodo del año anterior. Ocupó el 30° lugar en el país, ya que concentró el 0.5% del total nacional¹⁹.

¹⁸ Secretaría de Economía. Cifras notificadas y actualizadas al 31 de diciembre de 2015. <<http://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa>>

¹⁹ Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

10.2 CONTEXTO MUNICIPAL.

10.2.1 Aspectos urbanos.

Actualmente Playa del Carmen representa el centro de población con mayor dinamismo sociodemográfico del Estado y por ende los requerimientos de equipamiento (vivienda, instalaciones de salud y educación, unidades deportivas, áreas verdes y sitios de recreación), infraestructura (energía eléctrica, agua potable, drenaje, vías de comunicación) y servicios públicos indispensables (recolección y tratamiento de residuos sólidos, alumbrado público, pavimentación) cada vez se hacen más urgentes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades municipales y estatales.

Las características del crecimiento explosivo y desorganizado que se registra en Playa del Carmen, han generado una serie de procesos que dañan continuamente al medio ambiente, siendo importantes fuentes de contaminación y de daño a la salud de la población.

10.2.2 Equipamiento.

Manejo de Residuos Sólidos

En el municipio de Solidaridad actualmente se recolectan un promedio de 2,572 toneladas de basura por mes. Poco más del 80% de estos residuos son recogidos por la empresa concesionaria del servicio y el 19% restante es recolectado por las autoridades municipales.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Solidaridad es de 0.897 kg/hab/día y la generación total es de 326.25 Ton/día. Los residuos son trasladados a un sitio no controlado en donde se recolecta PET y otros plásticos duros, además de chatarra (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013).

El Municipio de Solidaridad ya cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de sus residuos, a donde son canalizados de manera oficial.

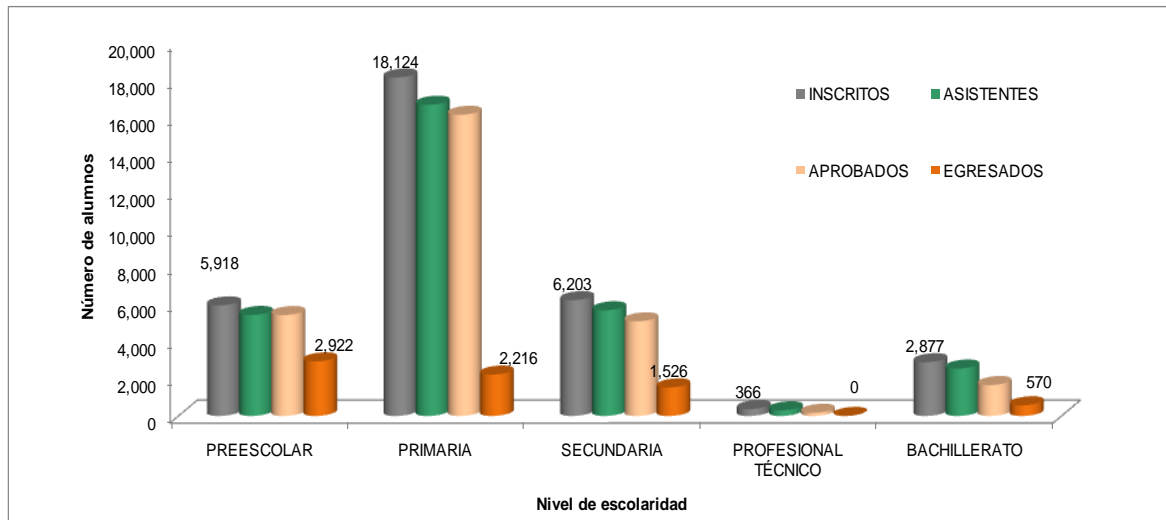
10.2.3 Aspectos culturales.

De acuerdo con los datos del XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, en el municipio de Solidaridad solo el 12.5% de la población mayor de 3 años habla una lengua indígena. La lengua predominante es la maya, aunque también se habla el Tzotzil y el Chol.

Es importante notar que los poblados de apoyo localizados en la Riviera Maya cuentan con la educación hasta el nivel medio y los jóvenes que pretenden ingresar al nivel medio superior cambian su lugar de residencia hacia la ciudad de Playa del Carmen, ya que es la única opción.

El 92% de la población del municipio de Solidaridad entre 6 a 14 años asiste a la escuela. La tasa más baja de analfabetismo de la población de 15 años y más por municipio

corresponde a Solidaridad (2.7%). El número de años promedio de escolaridad de esta misma población equivale a haber aprobado el tercer año de secundaria.



Figura

Figura 54. Distribución y egreso de los alumnos en cada nivel de escolaridad en el Municipio de Solidaridad de acuerdo al censo 2010.

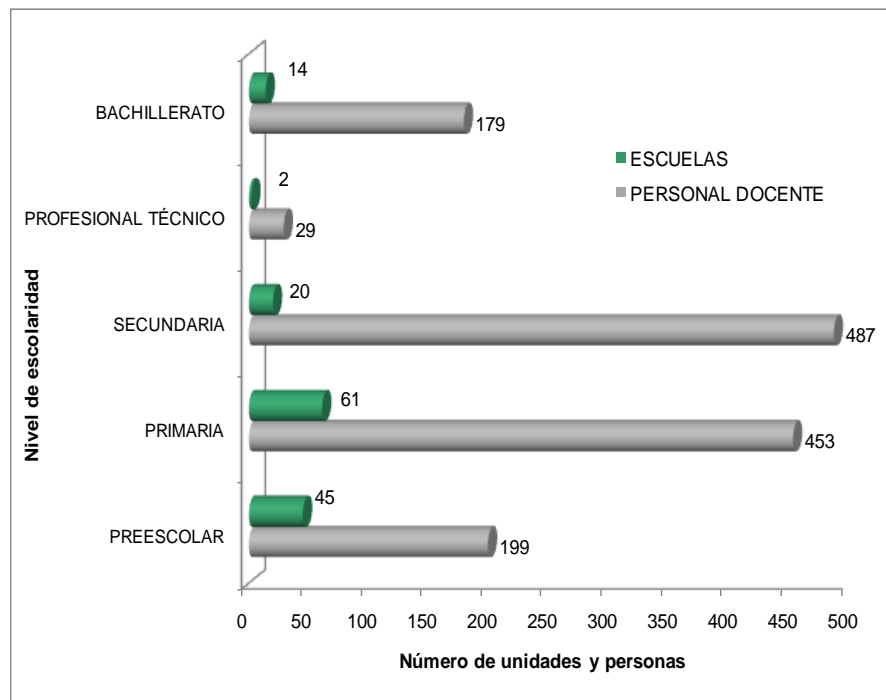


Figura 55. Distribución de la cantidad de escuelas por nivel educativo y la cantidad de docentes reportados por nivel. Fuente: INEGI (2010).

11 APÉNDICE. ESTUDIO HIDROMORFOLÓGICO COMPLETO.

CAPÍTULO V

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



INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.	3
3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.	4
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	7
4.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	7
5. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....	26
5.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	26
6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.	29
6.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).....	29
6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.....	32
6.2.1 IMPACTOS RESIDUALES.....	42
6.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.....	44

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y del sistema ambiental regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina del predio El Pirata ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo (Figura 1).

Para el proyecto solo se utilizará la franja costera del Predio el Pirata donde se encuentra en operación el Hotel Grand Velas y Casa Velas. Comprende un área de influencia indirecta en una superficie total de 133.49 Ha, que incluye una superficie de 1.46 ha de porción terrestre y de 132.03 ha de área marina. Además se extraerá arena de un banco marino con una superficie de 38.90 ha.

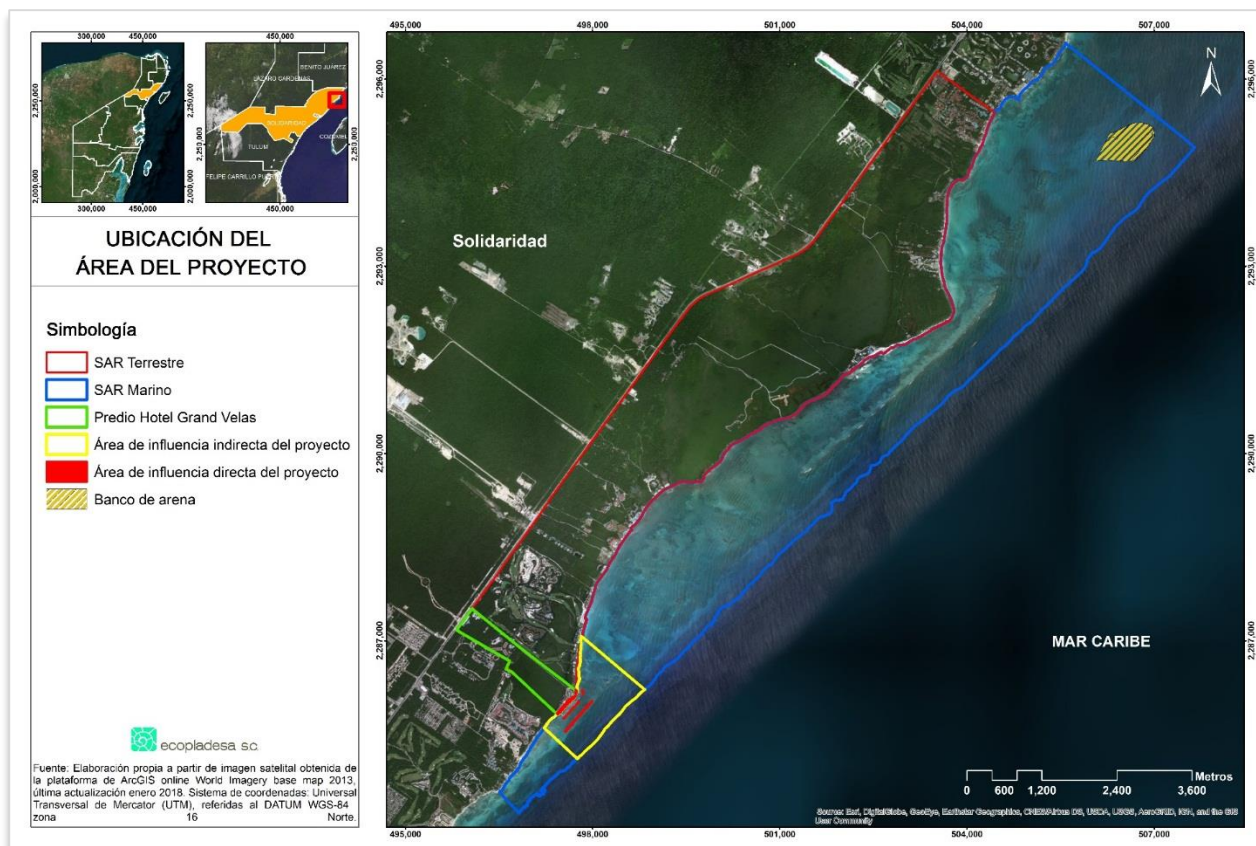


Figura 1. Localización regional y local del proyecto. El proyecto se establecerá en la franja costera marina del predio el Pirata del Hotel Grand Velas y Casa Velas, ubicado a la altura del kilómetro 62 de la Carretera Federal 307 Reforma Agraria - Puerto Juárez.

3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

El proyecto “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman una estrategia integral de recuperación de playa con otros proyectos autorizados a nivel del SAR, dado que dicha playa se ha estado perdiendo por las condiciones ambientales que prevalecen en el área. Con las obras y actividades que se proponen se coadyuvará con la permanencia de los recursos naturales existentes y que estos sigan brindando los servicios ambientales que proveen. En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y el trasplante de corales.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la etapa de construcción, y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
3. Relleno de playa durante la etapa de construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.



4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes.

a) Dimensiones del proyecto

El proyecto contempla la construcción y colocación de tres arrecifes artificiales, realizar la extracción de arena de un banco, su transporte al sitio del proyecto y el relleno de playa, así como la modificación de las protecciones de bolsacreto existentes. En el siguiente cuadro se presenta la superficie que ocupará cada una de las obras y la superficie del banco de donde se extraerá arena (Figura 2).

Cuadro 1. Se indica la superficie que será ocupada por cada una de las obras y del área de extracción.

Obras	Superficie (m ²)	Ha
Obras		
Arrecifes artificiales	9,109.71	0.91
Modificación de protecciones de bolsacreto	1,050.00	0.10
Relleno de playa	22,053.93	2.21
Subtotal	32,213.64	3.22
Protecciones de bolsacreto existentes	2,100.00	0.21
Subtotal	2,100.00	0.21
Superficie de extracción		
Banco de arena	389,018.57	38.90
Subtotal	389,018.57	38.90
TOTAL	423,332.20	42.33

Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas. El área de aprovechamiento que ocuparán las obras en la zona terrestre es de 10,029.20m², mientras que en la zona marina, se ocupará una superficie de aprovechamiento de 22,184.44 m².

En la porción terrestre, el proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa. En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero.

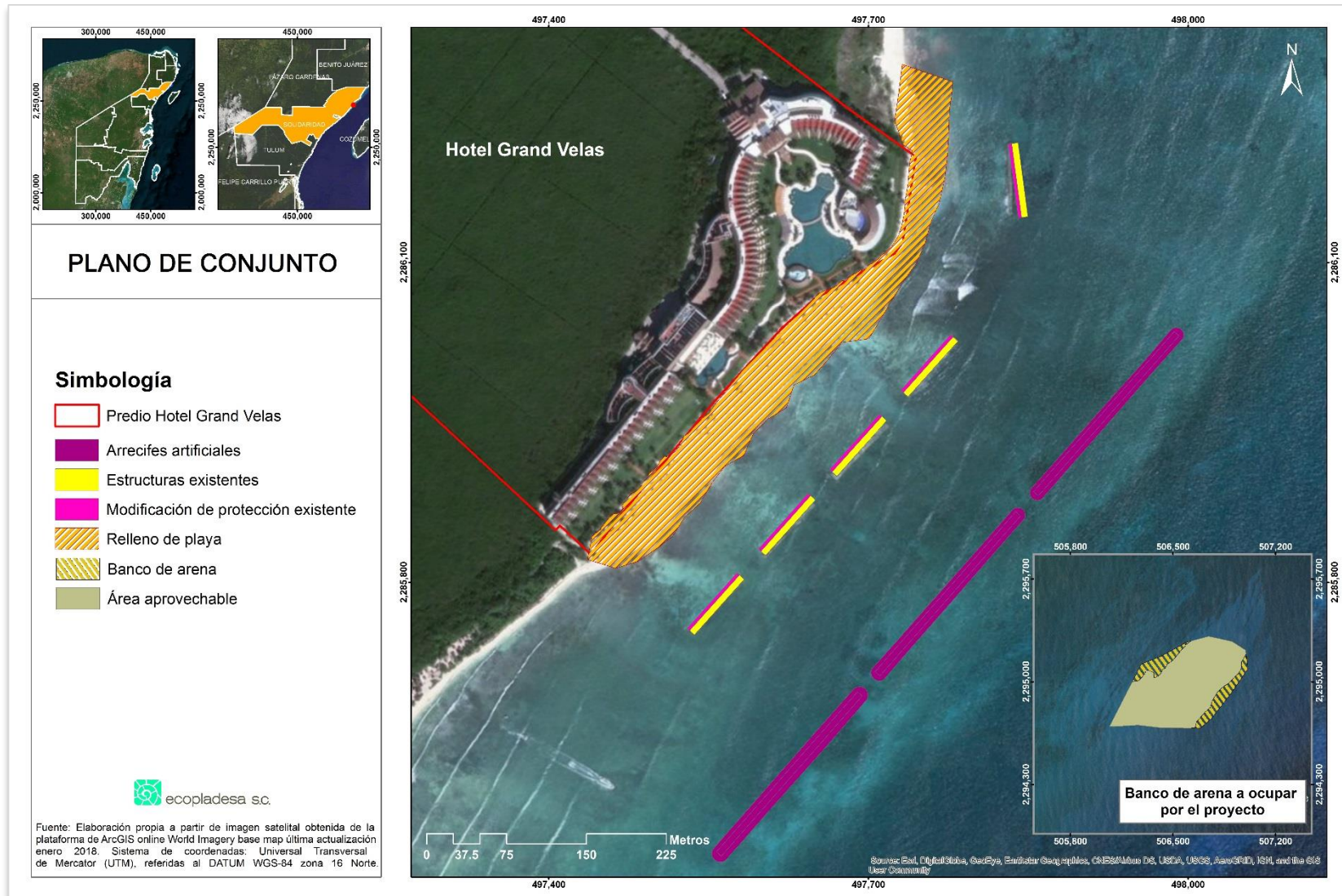


Figura 2. Se muestran las obras que contempla el proyecto en el frente costero del Hotel Grand Velas y Casa Velas, que incluye los 3 arrecifes artificiales, el relleno de playa (playa esperada), y la modificación de las protecciones existentes. Así como el banco de donde se extraerá arena.



4. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental Regional Punta Xcalacoco-Punta Maroma (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

4.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **“Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los

cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora en la zona terrestre y fauna en la zona marina.
	3. Trazo de los ejes y vértices, delimitación y trazo de la zona de anclaje y transporte de cubos ranurados.
Construcción	4. Presencia de personal.
	5. Modificación de protecciones existentes.
	6. Construcción de arrecifes artificiales.
	7. Extracción, traslado, bombeo de arena desde el banco.
Operación y Mantenimiento	8. Relleno de playa, reubicación de palmas de coco y enriquecimiento de la duna restaurada
	9. Funcionamiento de los arrecifes artificiales y trasplante de corales
	10. Actividades de monitoreo de los arrecifes artificiales, relleno de playa.
	11. Mantenimiento de la playa y duna restaurada.
	12. Extracción, traslado, bombeo y relleno de playa en caso necesario.

En total se identificaron 12 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Asimismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

A nivel del área de influencia directa:

- Modificación del fondo marino.
- Modificación de la topografía de la playa.
- Exposición a personas a riesgos de salud.

A nivel del Sistema Ambiental Regional:

- Cambios en la cobertura y abundancia de la biota marina.
- Creación de nuevos hábitats para la flora y fauna marina.
- Cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos.
- Cambios en la hidrodinámica costera (corrientes, sedimentos y oleaje).
- Disminución del volumen y área del arenal, debido a la extracción de arena del banco.
- Aumento de la superficie playa protegida a largo plazo a nivel del SAR.
- Cambios en la línea de costa y estabilización de la zona litoral.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de cada una de las obras propuestas. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los factores ambientales

De acuerdo con Conesa Fernández, bajo el nombre de factores ambientales englobamos los diferentes componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta. Son susceptibles de ser modificados por la actividad del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar grandes problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y ser fácilmente soportables.

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos considerando las características y cualidades del sistema ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en ecosistemas terrestres y marinos, los cuales a su vez se dividieron en dos subsistemas medio abiótico y biótico, además de que se consideró de manera general el subsistema socioeconómico. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Ecosistemas terrestres	
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Playa
Medio biótico	Flora
	Fauna
Ecosistemas marinos	
Medio abiótico	Fondo marino
	Agua
	Procesos
Medio biótico	Vegetación marina
	Fauna marina
Medio social y económico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico en la zona marina
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

A) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 4).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 4. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Ecosistemas terrestres			
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO ₂ , NO _x , SO ₂
	Ruido	Generación de ruido	dB
Topografía	Modificaciones	Cambios en la topografía de la playa.	Superficie modificada
Playa	Superficie	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.	Superficie de playa del proyecto y a nivel del SAR a largo plazo.



Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Flora terrestre	Rescate y reubicación	Rescate y reubicación de palmas de coco	No. de individuos rescatados y reubicados
	Abundancia	Enriquecimiento con especies nativas	No. de ejemplares que se utilizarán para el enriquecimiento.
Fauna terrestre o que utiliza la zona terrestre	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares	No. de individuos en el sitio.
	Sitios de anidación	Cambios en las características de los sitios de anidación de tortugas marinas	Características de la arena de relleno. No. de arribo, nidos y crías liberadas.
Ecosistemas marinos			
Fondo Marino	Batimetría	Cambios en la batimetría del fondo marino	Superficie afectada del fondo marino.
	Volumen de arena disponible	Disminución del volumen y área del arenal, debido a la extracción de arena del banco.	Volumen de arena disponible
Agua	Calidad del agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos	Medición de sólidos suspendidos.
Procesos hidrográficos y adaptación al cambio climático	Perfil costero	Cambios del perfil costero y estabilización de la zona litoral.	Comparativos de la línea de costa.
	Sedimentos	Cambios en los patrones de sedimentación	Desplazamiento de sedimento.
	Oleaje	Reducción de la energía del oleaje.	Altura, período y dirección de la ola
	Corrientes	Modificación de patrones locales de corrientes	Mediciones de corrientes
Flora marina	Cobertura	Cambios en la cobertura de macroalgas.	Superficie de cobertura de macroalgas.
Fauna marina	Abundancia de organismos bentónicos	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos	No. de ejemplares de organismos bentónicos registrados en las áreas de desplante.
	Abundancia de corales	Cambios en la abundancia de corales	No. de ejemplares registrados en el área de desplante.
	Abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificaciones en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de ejemplares de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área de desplante.
	Abundancia y de diversidad de especies colonizadoras	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna	No. de organismos registrados en los arrecifes artificiales y protecciones modificadas



Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
	Diversidad y abundancia de especies trasplantadas	Cambios en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales	No. de especies y organismos trasplantados en los arrecifes artificiales
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y volumen de aguas residuales.
	Residuos Peligrosos	Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Flujo de tránsito de embarcaciones	Aumento en el número de embarcaciones que transiten en el área	No. de embarcaciones por/hora
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos y derrama económica del uso turístico	Generación de empleos Derrama económica por el uso del hotel	No. de empleos Porcentaje de ocupación
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

a) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 5).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 5. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
<i>Ecosistemas terrestres</i>		
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles en la zona. También se genera ruido por el paso de vehículos y el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Topografía	De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en el área del proyecto la playa presenta alturas de 1.50 a 3.0 msnm.
	Playa	El proceso de erosión dentro del SAR se puede catalogar como fuerte. En esta área existen por lo menos tres zonas (norte-centro y sur) donde la erosión de la costa ha



Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>afectado a la vegetación de duna costera y de manglar, además existen pendientes muy abruptas las cuales han ido aumentando con el paso del tiempo.</p> <p>De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Beté, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales en los últimos 10 años.</p> <p>La zona Noreste de Punta Bete y la zona centro de la playa en el predio, presenta una intensa erosión, la cual se manifiesta con una duna cortada y un escarpe pronunciado. La erosión es menos evidente al Suroeste. La duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna.</p> <p>De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano se determinó que durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena. Siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.</p>
Medio biótico	Flora	<p>El Sistema Ambiental Regional determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera.</p> <p>El área de influencia indirecta de la zona terrestre posee una superficie de 4,596.40 m² de duna costera restaurada, en la que se registraron 5 especies propias de vegetación de duna, y 1 especie de palmera.</p>
	Fauna	<p>De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SAR definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayakoba, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SAR están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies</p>



Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %).</p> <p>Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves <i>Calidris minutilla</i> (Playero) y <i>Larus atricilla</i> (Gaviota reidora).</p>
<i>Ecosistemas marinos</i>		
Medio abiótico	Fondo Marino	<p>La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SAR va de 0 m a -6 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -6.6 m a -20 m de profundidad.</p> <p>En el banco marino, el grosor de la capa de sedimento del área que se pretende aprovechar es de 0.50 m, mientras que en el resto del banco es de 0.10 m.</p>
	Agua	<p>El Mar Caribe está dominado por la Corriente del Caribe que corre de S-N, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente está caracterizada por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán reciben el nombre de Corriente de Yucatán. Presenta un flujo de 25 a 35 millones de m³/s, con una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta de 150 cm/s a una profundidad de 300 m. Dicho flujo de agua es la fuente principal que irriga al Golfo de México y da origen a la Corriente de Lazo, que sale al Atlántico Norte por el Estrecho de Florida como la Corriente del Golfo.</p>
	Procesos hidrográficos y adaptación al cambio climático	<p>En el Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.</p> <p>De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano (Anexo técnico 1), se determinó que en el análisis comparativo realizado con las líneas de costa del periodo 2009 al 2017, se ha erosionado buena parte del área de playa recuperada. Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante, al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>Durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena. Siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.</p> <p>El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.</p> <p>El proyecto de la “Restauración de la línea de costa Punta Bete” funcionó muy bien por 7 años, a pesar de no haber hecho un relleno de playa con arena se logró capturar arena que se mueve en la zona y la playa se ensanchó, la duna también se mantuvo, su principal objetivo es el de evitar la erosión eólica y capturar los granos de arena que lleguen a ella por efecto del oleaje y el viento. Sin embargo, en los primeros meses de 2016 en el sistema ambiental Punta Bete – Punta Maroma se detectó una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás.</p> <p>Hay una escasez de arena generalizada de las costas que ha ocasionado una desestabilización de la playa que ha llevado a una pérdida de arena importante.</p> <p>A continuación se describen las características del oleaje, las corrientes y el transporte de sedimentos en la zona.</p> <p>Oleaje. -Los resultados del modelaje en condiciones actuales mostraron que las protecciones de bolsacreto actuales disipan la energía de la ola en buena parte y que el arrecife natural frente a Punta Bete disipa “parcialmente” la energía de la ola. La presencia de la isla de Cozumel es una protección parcial contra el oleaje “swell” que genera importantes efectos de difracción y refracción en Grand Velas Riviera Maya, ocasionando la llegada de un oleaje complejo. El rango de incidencia del oleaje bajo condiciones normales es de 0.1 a 0.5 m de altura con un rango de dirección de que va de 45 a 135 grados. Bajo condiciones de tormenta, el rango de altura de ola fue de 1 a 2 m frente a la playa.</p> <p>Corrientes. -En condiciones normales, la velocidad de la corriente en la línea de los arrecifes osciló entre los 0 y 0.3</p>



Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>m/s cerca de la costa del hotel. En condiciones de tormenta, la velocidad de la corriente alcanzó los 0.5 m/s. Tal como se reportó en los datos hidrográficos obtenidos de manera in situ, existe una corriente dominante con dirección hacia el norte producto de la corriente del canal de Yucatán. En general las corrientes son de mediana intensidad, con tendencia a ser más fuertes al alejarnos de la línea de costa, en la orilla se observa corriente longitudinal a la costa, también se observó en un día de oleaje y vientos fuertes del Este que existe un acarreo litoral muy marcado en la parte norte del predio.</p> <p>Sedimentos. Los resultados de haber evaluado la evolución temporal y espacial de una capa de sedimentos implantada de forma virtual mostraron un transporte de tipo transversal y longitudinal. En cuanto al transporte longitudinal, este podría considerarse como bidireccional con dirección preferente hacia el noreste, pues solamente en condiciones de nortes, el transporte de sedimento cambia con dirección preferente hacia el suroeste. En cuanto al transporte transversal, durante condiciones climáticas normales el sedimento permaneció en la playa sin embargo, en condiciones de tormentas estacionales intensas el sedimento escapó hacia aguas profundas.</p> <p>Teóricamente, el sedimento que escapa hacia aguas profundas debería volver al lugar de origen (la playa) sin embargo, la continuidad de temporales en un corto plazo así como la ausencia de sedimentos, evita que la playa se recupere por sí sola, los sedimentos transportados hacia aguas profundas ya no son afectados por el oleaje y por lo tanto al no levantarse del fondo tampoco son afectado por la corriente, solo el oleaje de tormentas extraordinarias lo moverá pero lo moverá lejos de la costa por lo que conforme avanza el tiempo los sedimentos se pueden quedar esparcidos frente a la costa o se alejarán aún más y se depositarán en oquedades del fondo marino.</p>
N EL	Flora marina	<p>De acuerdo con la caracterización marina del SAR se registraron 9 tipos de ambientes: Arenal somero, pradera de pastos marinos, Rompiente arrecifal, estructura coralina, laja con sedimentos, laja con pedacería, laja con gorgonáceos, Laja con macroalgas y canal de arena.</p> <p>El área programada para instalar los arrecifes artificiales para el proyecto, se encuentran dentro del ambiente de Laja con macroalgas somero, caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	Fauna marina	<p>Como resultado de la caracterización en el banco de arena, se tiene que en su gran mayoría presenta un sustrato de arena fina, representada por el ambiente Canal de arena. En la parte Noroeste se encontró un sustrato de laja con gorgonáceos, y en la parte Sureste una laja con sedimentos y una franja de Laja con macroalgas. De esta manera, el sustrato de arena se encuentra en la parte central del polígono, abarcando una extensión de 298,846.08 m², lo que representa un 76.82% del polígono; en menor proporción se presentan los ambientes: laja con macroalgas (8.41%), laja con sedimentos (7.82%) y finalmente laja con gorgonáceos (6.95%).</p> <p>Solo se pretende extraer arena del área central del banco, donde hay un canal de arena, en el que El sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. Al sur, fuera del área de extracción se observaron pequeños manchones de macroalgas esparcidas.</p> <p>El Sistema Ambiental Regional que se determinó para el proyecto presenta en su parte marina un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. La sección I (área de influencia indirecta) es la menos compleja, ya que en la Laguna Arrecifal no hay praderas de pastos marinos; la Cresta Arrecifal está prácticamente ausente y el Frontal Interior es muy incipiente.</p> <p>La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral.</p> <p>En todo el SAR se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales duros <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>, así como los gorgonáceos <i>Plexaura homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>.</p> <p>En el área en la que se tiene programado instalar las estructuras de protección costera para el proyecto presenta una comunidad biótica muy pobre, sobre una laja calcárea de bajo relieve.</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>El banco de arena corresponde a un ambiente que se denominó Canal de Arena, porque es parte de la franja de arena paralela a la línea de costa que se forma en la zona profunda del Arrecife Frontal. El sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. El Banco de arena se caracteriza por una presencia prácticamente nula de biota marina conspicua. En el muestreo que se realizó en 8 sitios, dentro del ambiente de Canal de arena, se registró un total de 6 especies de peces, casi todos representados por un solo ejemplar. La vegetación también es muy escasa, encontrando pequeños manchones de macroalgas esparcidas. En cuanto a otro tipo de organismos presente en el Banco de arena, únicamente se registró la presencia de un crustáceo en el sitio 3A, y varios ejemplares de galletas de mar de los géneros <i>Meoma</i> y <i>Mellita</i>. En cuanto a la infauna, que se refiere a los organismos que viven entre la arena, se registró un total de 27 especies, pertenecientes a 25 géneros, 21 familias, 21 órdenes, 9 clases y 6 grupos taxonómicos. El grupo más representado fue el de los moluscos, encontrando tanto bivalvos como gasterópodos en todos los sitios de muestreo. La mayoría de las especies tienen una abundancia rara, y muy pocas especies tuvieron varios ejemplares representados en la muestra.</p>
<i>Medio socioeconómico.</i>		
	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 Kg/persona/día.
	Transporte y flujo de embarcaciones en la zona marina	El flujo de embarcaciones en la zona es constante, ya que hay varias embarcaciones que salen de Puerto Calica y otros puertos de la zona.
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o alrededores.</p> <p>Por otra parte, también pueden se causar riesgos a la salud humana durante el uso de la maquinaria o equipos.</p>
	Economía	<p>La actividad económica básica del Municipio de Solidaridad se refiere a los servicios para la atención al turismo de sol y playa: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios sino del Estado, ya que durante el 2017, la afluencia de turistas a la Riviera Maya (Municipio de Solidaridad-Playa del Carmen y Tulum) fue de 2.6 millones de visitantes (43.88%) del total de visitantes que recibió el Estado (5,925,980 millones).</p> <p>La oferta de habitaciones de hospedaje del estado para el 2017 fue de 99051 en 1034 hoteles. De estos, 269 se ubican en el Municipio de Solidaridad (Playa del Carmen) con 38750 cuartos de hotel, representando el 39.12% de la oferta de cuartos del Estado.</p> <p>Al encontrarse el proyecto en el Municipio de Solidaridad se proyecta la importancia de mantener en buenas condiciones el recurso del concepto “Sol y Playa” que ofrece al turista que visita sus instalaciones.</p>
	Paisaje	<p>El paisaje que los observadores en el SAR perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo (tipo gran turismo o de diferentes estrellas), playas hermosas con arena blanca; mar azul turquesa típico del Caribe en algunas de las zonas y otras con el mar color café por el aporte de materia orgánica y taninos de los humedales. Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa y de las dunas, son aquellas que transitan por la playa, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SAR, ya que en ellos pueden apreciar las condiciones de estos ambientes. Asimismo, las personas que transitan por la playa pueden percibir varias estructuras protectoras de costa, siendo que algunas sobresalen del nivel medio del mar, como es el caso de las instaladas por Mayacoba y el Hotel Grand Velas.</p>

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 6. Lista de impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria
Topografía	Alteración de la topografía de la playa.
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.
Flora terrestre	Rescate y reubicación de palmas de coco. Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna registrada Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Fondo marino	Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras y la extracción de arena. Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción.
Agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero y estabilización de la zona litoral. Cambios en los patrones de sedimentación Reducción de la energía del oleaje. Modificación de patrones locales de corrientes
Flora marina	Cambios en la cobertura de macroalgas.
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos Cambios en la abundancia de corales Modificaciones de abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna Cambios en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales
<i>Medio socioeconómico</i>	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. Generación de Residuos Peligrosos
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos y derrama económica del uso turístico
Paisaje	Modificación del paisaje

Cabe señalar que sólo se registró un impacto particular sobre el banco de arena relacionado a la disminución del volumen de arena del mismo, debido a su extracción. Los demás impactos se producirán tanto en la zona del banco como en el área de las

estructuras en la zona marina, dependiendo del nivel de análisis de generación de los impactos.

En el área del banco se producirán impactos como cambios en la abundancia de organismos bentónicos y cambios en la batimetría del fondo marino, los cuales se describen posteriormente.

B) Clasificación de los impactos por nivel de análisis.

Es necesario analizar los impactos del proyecto a través de una ponderación objetiva a nivel del sistema ambiental regional y en particular del área de afectación del proyecto (área de influencia directa e indirecta), especificando en el análisis aquellos que serán perceptibles a nivel del SAR y cuáles únicamente tendrán un impacto puntual en el área de afectación directa del proyecto. Además de considerar los impactos acumulativos en la zona.

El análisis de impactos es complejo ya que implica las interacciones entre la biota y su medio, y depende de las características propias de cada indicador y de la acción que se analice.

Para no subestimar o sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto. El área de afectación directa está definida como el área de desplante de las obras, que corresponde a una superficie de 3.22 ha, de las cuales se ocuparán 1.002 ha de la porción terrestre y 2.22 ha de área marina, además se contempla el extraer arena de un banco solo en una superficie de 29.88 ha, de las 38.90 Ha que posee. De esta forma, impactos sobre la topografía de la playa, el fondo marino y la salud humana, se evaluaron a nivel particular del área de afectación directa, mientras que los factores como el aire, agua, flora y fauna terrestre y marina y procesos, se analizaron a nivel del sistema ambiental. A continuación se explican los criterios que se establecieron para los indicadores principales.

Los impactos analizados a nivel del sistema ambiental a menudo son impactos acumulativos, residuales o sinérgicos, cuya dinámica depende de su interacción a este nivel. Por ejemplo, el incremento de la superficie de playa, creando un impacto mayor al ya existente (impacto acumulativo), mientras que el transporte y flujo de tráfico de las embarcaciones únicamente llega a ser un impacto acumulativo cuando se analiza su afectación junto con el ya existente.

Asimismo, los indicadores de tipo socioeconómico, como la generación de residuos, la economía y paisaje, son significativos a nivel del sistema ambiental debido a la interrelación de los actores del proyecto con la dinámica del medio en la que se desarrolla.

Cuadro 7. Nivel de análisis de impactos.

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
Ecosistemas Terrestres	
Topografía.- Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas en el área de playa frente al hotel de manera puntual, de tal manera que se analizaron a este nivel.	Aire.- Las modificaciones a este indicador están relacionadas con las emisiones de contaminantes que modifican la calidad del aire y las emisiones de ruido que se sumarán a las existentes, por lo que este factor se califica a este nivel. Aquí se incluyen las emisiones de gases y ruido de la maquinaria y de las embarcaciones que laboren en el área marina.
	Vegetación.- La cobertura vegetal costera que se desarrolla en el sistema ambiental ha sufrido importantes perturbaciones naturales y antropogénicas, derivadas de las actividades turísticas que se desarrollan en la zona, por eventos antrópicos inducidos y por los eventos naturales de años atrás, lo que ha causado su fragmentación, disminución de cobertura y cambios florísticos que se reflejan en su grado de conservación. De ahí que el impacto sobre la vegetación se evalúe a este nivel.
	Playa. Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas. Con el proyecto se pretende recuperar la playa que se ha erosionado, lo cual se sumará a los proyectos dentro del SAR que están recuperando su playa, lo cual tiene un efecto acumulativo, por lo cual se evalúa a este nivel.
	Fauna.- La mayor parte de las especies de fauna terrestre tiene una dinámica metapoblacional, principalmente las de mayor tamaño. Por lo tanto, para mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo se requiere examinar a una mayor escala de superficie, por lo cual se evalúa a este nivel.
Ecosistemas marinos	

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
Fondo marino. Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas por el desplante de las estructuras y derivados de la extracción de arena, y se manifiestan espacialmente en forma puntual en el área de afectación directa, de tal manera que se analizaron a este nivel	Agua. Durante las actividades de construcción del proyecto se pueden generar cambios en la calidad del agua de mar, lo que repercute de manera directa en todos los ecosistemas marinos, y de manera indirecta a nivel del sistema ambiental, por lo que este factor se analiza a nivel del sistema ambiental.
	Vegetación marina. La vegetación acuática cubren grandes extensiones, y su cobertura está dada por la interacción con otros componentes del ecosistema marino, por lo cual se evalúa a este nivel.
	Fauna marina. Los organismos acuáticos se distribuyen en diferentes partes del sistema ambiental pudiendo interactuar entre ellos por la dinámica de hidrografía costera abarcando grandes extensiones, y se componen de comunidades que interactúan con los componentes del medio marino, por lo que este indicador se evalúa a nivel de sistema ambiental.
	Procesos. Este factor se evalúa a nivel del sistema ambiental dado que involucra una serie de procesos que interactúan definiendo la dinámica costera y de los medios biótico y abiótico en la zona.
Medio socioeconómico	
Salud humana.- Se califican los impactos potenciales de producirse a la salud humana para las personas involucradas durante la construcción del proyecto, y tiene una influencia particular.	Residuos. Este factor se evalúa a nivel del sistema ambiental, dado que aunque la generación de residuos es puntual, se suma a los que se generan en la zona, los cuales llegan al relleno sanitario del Municipio de Solidaridad.
	Economía.- Estos indicadores se analizan a nivel del Sistema ambiental dado que repercutirá en los trabajadores de la zona ya que se generarán empleos, y a largo plazo coadyuvará a aumentar el atractivo turístico del área y la derrama económica por esta actividad.
	Paisaje.- Los impactos a este indicador tienen efectos negativos durante las etapas de preparación y construcción, debido a las actividades propuestas, la presencia del personal y maquinaria. Sin embargo, también tendrán un impacto sobre el escenario del sistema ambiental, razón por la cual se evalúan a este nivel.
	Flujo de embarcaciones. El flujo de embarcaciones que se requieren se sumará al



Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
	existente que se mueve en los diferentes puntos del SAR, por ello se evalúa a este nivel.

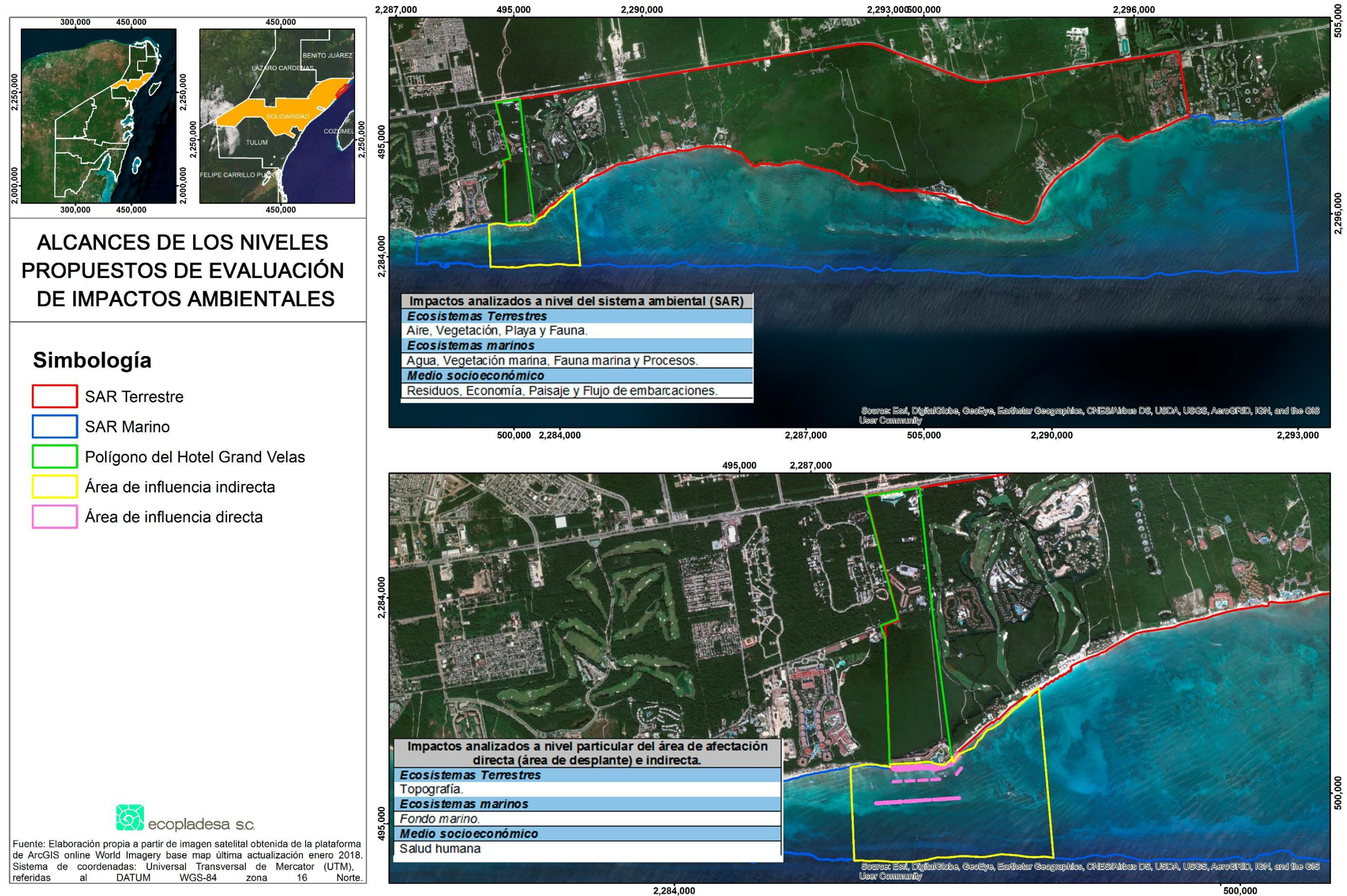


Figura 3. Alcances de los niveles propuestos de evaluación de los impactos ambientales del proyecto Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas.

5. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

5.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:



I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 8. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	Directo: el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	Simple: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	Acumulativo: Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples suponen un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	Mediano: el efecto se produce después de 5 años	Largo: Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un período mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 9. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

6. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

6.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 63 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 42 son adversas y 21 son benéficas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Matriz de interacciones simple del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD	ETAPA DE PREPARACIÓN			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA DE OPERACIÓN				TOTAL
	Presencia de personal	Actividades de rescate de flora terrestre y fauna marina	Trazo de los ejes y vértices, delimitación y trazo de la zona de anclaje y transporte de cubos ranurados	Presencia de personal	Modificación de protecciones existentes.	Construcción de arrecifes artificiales	Extracción de arena del banco, transporte, bombeo	Relleno de arena, Reubicación de palmas y enriquecimiento de duna	Funcionamiento de los arrecifes artificiales	Mantenimiento de playa y duna restaurada	Actividades de monitoreo de los arrecifes artificiales, relleno de playa.	Extracción, traslado, bombeo y relleno de playa en caso necesario	
<i>Ecosistemas terrestres</i>													
Aire			A		A	A	A	A				A	6
Topografía								B				B	2
Playa								B		B			2
Flora Terrestre		B						B		B			3
Fauna terrestre								A		B		A	3
<i>Ecosistemas marinos</i>													
Fondo marino			A		A	A	A					A	5
Agua					A	A	A					A	4
Procesos hidrográficos								B	B	B			3
Flora marina			A		A	A			B				4
Fauna marina		B	A		A	A	A		B			A	7
<i>Medio socioeconómico</i>													
Residuos	A				A	A						A	4
Flujo de embarcaciones			A			A	A					A	4
Salud humana	A				A							A	3
Economía	B				B					B	B	B	5
Paisaje			A		A	A	A	A	B	B		A	8
TOTAL	3	2	6	3	7	7	6	7	4	6	1	11	63

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales
Cuadro 11. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				Total de impactos positivos	Total de impactos negativos	
		Presencia de personal	Actividades de rescate de flora terrestre y fauna marina	Trazo de los ejes y vértices, delimitación y trazo de la zona de anclaje y transporte de cubos ranurados.	Presencia de personal	Modificación de protecciones existentes.	Construcción de arrecifes artificiales	Extracción de arena del banco, transporte, bombeo	Relleno de playa, reubicación de palmas y enriquecimiento de duna	Funcionamiento de los arrecifes artificiales y trasplante de corales	Mantenimiento de la playa y duna restaurada	Actividades de monitoreo de los arrecifes artificiales, relleno de			Extracción, traslado, bombeo y relleno de playa en caso necesario
<i>Ecosistemas terrestres</i>															
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero													0	5
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones													0	6
Topografía	Alteración de la topografía de la playa.													2	0
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.													2	0
Flora terrestre	Rescate y reubicación de palmas de coco													2	0
	Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada													2	0
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna registrada													0	2
	Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.													1	0
<i>Ecosistemas marinos</i>															
Fondo marino	Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras													0	5
	Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción													0	2
Agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos													0	4
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero													3	0
	Estabilización de la zona litoral.													1	0
	Cambios en los patrones de sedimentación													1	0
	Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático.													1	0
	Modificación de patrones locales de corrientes													1	0
Flora marina	Cambios en la cobertura de macroalgas.													1	3
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos													1	5
	Cambios en la abundancia de corales													1	1
	Modificación en la abundancia de enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010													0	1
	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna													3	0
	Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales													1	0
<i>Medio socioeconómico</i>															
Residuos	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial													0	4
	Generación de residuos peligrosos.													0	1
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona													0	4
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud													0	3
Economía	Generación de empleos y derrama económica del uso turístico													4	0
Paisaje	Modificación del paisaje													2	6
Número de impactos		3	3	7	3	8	11	8	10	9	6	1	12	81	
Positivos		13			40				28				81		
Negativos		4			8				17				29		
		9			32				11				- 52		

6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 81 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 52 son adversos y 29 benéficos. A continuación se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman una estrategia integral de recuperación de playa con otros proyectos autorizados a nivel del SAR, dado que dicha playa se ha estado perdiendo por las condiciones ambientales que prevalecen en el área. Con las obras y actividades que se proponen se coadyuvará con la permanencia de los recursos naturales existentes y que estos sigan brindando los servicios ambientales que proveen. En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

1. Obras de protección marina: Instalación de tres arrecifes artificiales y el trasplante de corales.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción y transporte de arena de un banco de arena marino para la conformación de playa durante la etapa de construcción, y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
3. Relleno de playa durante la etapa de construcción y derivado de las actividades de monitoreo en operación.
4. Modificación de protecciones de bolsacreto existentes.

Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas. El área de aprovechamiento que ocuparán las obras en la zona terrestre es de 10,029.20 m², mientras que en la zona marina, se ocupará una superficie de aprovechamiento de 22,184.44 m².

En la porción terrestre, el proyecto solo se desplantarán en una superficie de 10,029.20m² de playa arenosa. En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 9 impactos negativos y 4 positivos, los cuales derivan principalmente de las actividades de rescate de flora terrestre y fauna marina, el trazo de los vértices de los arrecifes y del área de anclaje, el traslado de los cubos ranurados, el uso de embarcaciones y por la presencia de personal.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con la afectación de la flora y fauna marina, y la emisión de gases y ruido durante el uso de las embarcaciones.

Se realizará la delimitación de los vértices de los arrecifes y de la zona de anclaje, por lo que durante la colocación de muertos se podrían afectar a organismos bentónicos como erizos, corales y esponjas, sin embargo, de manera previa a realizar las actividades serán rescatados y reubicados en sitios adyacentes al área de desplante, en zonas de conservación con características similares dentro del sistema ambiental regional.

Durante estas actividades se utilizarán embarcaciones, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, sin embargo, su uso será mínimo en esta etapa. De la misma forma la presencia de empleados implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 32 interacciones de impactos negativos y 8 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con el proceso constructivo de los arrecifes artificiales, las modificaciones de las protecciones existentes y las actividades de extracción, traslado, bombeo de arena y relleno de playa.

Las actividades de construcción de los arrecifes artificiales y modificación de las protecciones existentes implican cambios en el fondo marino del sitio de desplante. Asimismo, estas estructuras se desplantarán en sitios de laja con macroalgas y de laja con sedimentos, donde podrían registrarse organismos bentónicos, sin embargo estos serán rescatados de manera previa al inicio de obras. En el banco de arena también se registraron algunos organismos bentónicos, que serán rescatados de manera previa a las actividades de extracción de arena.

Durante el uso de embarcaciones en la construcción de los arrecifes artificiales y en el proceso de demolición de las camas de las protecciones existentes, se podría generar dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades bentónicas presentes en la zona de influencia indirecta del proyecto, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta que los sedimentos se asienten en el fondo.

Durante las actividades de extracción de arena del banco marino, también se podrían generar sedimentos, los cuales serán contenidos con mallas antidispersión, por lo que no se prevé que afecten los ecosistemas adyacentes. Asimismo, se realizará el traslado de la arena en la draga, la cual se conectará a la tubería para su bombeo hacia la playa, durante estas actividades podrían derramarse cantidades pequeñas de arena, sin

embargo, será mínimo. En la playa la arena será acomodada con el uso de maquinaria, la cual podría tener alguna fuga accidental, sin embargo, no es probable que esto no suceda ya que esta tendrá un mantenimiento preventivo. Sin embargo, en caso de que ocurra se tomarán las medidas necesarias para contener el derrame, y se generarían residuos peligrosos que se trasladarán al almacén con el que cuenta el hotel.

Las actividades de extracción de arena del banco, también implican cambios en el fondo marino y una reducción en el volumen de arena que posee este banco, sin embargo, éste se recuperará con el paso del tiempo.

Estas actividades implican por sí mismas las emisiones de gases y la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones. Asimismo, se generarán residuos sólidos y aguas residuales por parte del personal que trabaje en el proyecto.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la generación de nuevos hábitats para la fauna, ya que los arrecifes artificiales podrán ser colonizados por la flora y fauna marina, además se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los mismos. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Durante estas actividades se generará un impacto negativo sobre el paisaje, por la presencia de embarcaciones en la zona marina, y por la presencia de maquinaria para el acomodo de la arena en la zona terrestre. Asimismo, se producirán residuos sólidos y de manejo especial por parte de los trabajadores.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 28 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 11 son negativos y 17 son positivos. Los impactos positivos están relacionados con los cambios en los procesos hidrográficos durante el funcionamiento de los arrecifes artificiales, los impactos sobre la flora y la fauna derivados del mantenimiento de la playa y la reubicación de palmas,

En esta etapa se generarán los impactos sobre los procesos hidrográficos relacionados con el funcionamiento de los arrecifes artificiales, los cuales reducirán la energía del oleaje y se modificarán ligeramente los patrones de corrientes y sedimentación, lo que a su vez permitirá que se mantenga más estable el relleno de playa. De acuerdo con los modelos realizados el proyecto no altera de manera significativa el flujo del agua dado que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y al flujo de la corriente y no bloquean el flujo natural del agua. En cuanto al transporte de sedimento, el movimiento de la arena se controlará en cierta forma con la presencia de los arrecifes artificiales, ya que por una parte disipan la energía del oleaje promoviendo el depósito de sedimento y por otra evitan que la arena escape reteniéndola de la corriente de resaca, pero las estructuras nunca interrumpen el sedimento en su totalidad.

Además que los arrecifes artificiales constituyen una propuesta de adaptación del cambio climático, ya que con el incremento del nivel del mar se han intensificado los procesos de erosión, y durante el funcionamiento de los arrecifes se reducirán estos efectos, lo que coadyuvará a la permanencia de la playa y de los ecosistemas de duna y manglar adyacente.

Con las actividades de relleno se modificará el perfil costero de manera positiva, ya que con el proyecto se pretende recuperar la playa que existía, la cual se ha perdido por los procesos que ocurren en la zona. Con ello se incrementará la zona de playa, lo que proveerá más sitios para la anidación de tortugas marinas.

En esta etapa serán colonizados los arrecifes artificiales por la flora y fauna marina. Una vez que los corales trasplantados ya estén establecidos, conformarán sitios con mayor diversidad y abundancia, y se fomentará el desarrollo del arrecife natural.

También se llevarán a cabo actividades de monitoreo, las cuales se realizarán de manera puntual, periódicamente y en un horario específico, en las que solo se contempla realizar levantamientos topobatimétricos e inspecciones visuales, en las que no se prevé ningún impacto negativo. Derivado de estas actividades, se determinará si es necesario realizar la extracción de mayor volumen de arena, por lo que se consideran todos los impactos derivados de las actividades de extracción de arena del banco, traslado, bombeo y relleno de playa, que se describieron en la sección de la etapa constructiva.

Asimismo, se generarán impactos positivos a la economía ya que se generarán empleos y el mantenimiento de la playa impulsará el atractivo turístico de la zona, lo cual se traduce en una mayor derrama económica por el mantenimiento de la ocupación turística en las instalaciones del hotel.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.
Cuadro 12. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
<i>Ecosistemas terrestres</i>													
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	1	1	1	1	1	3	1	1	10	0.12	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones	N	3	1	1	1	1	3	1	1	12	0.25	D
Topografía	Alteración de la topografía de la playa.	P	3	3	1	3	-	1	3	-	14	0.37	D
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.	P	3	3	3	3	-	1	3	-	16	0.50	NS
Flora terrestre	Rescate y reubicación de palmas de coco	P	3	1	1	2	-	1	3	-	11	0.18	D
	Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada	P	3	1	3	3	-	1	3	-	14	0.37	D
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna registrada	N	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.18	D
	Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.	P	3	3	1	3	-	1	3	-	14	0.37	D
<i>Ecosistemas marinos</i>													
Fondo marino	Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras.	N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75	S
	Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción	N	3	3	1	3	2	1	1	1	15	0.43	D
Agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos	N	3	1	3	1	1	3	1	1	14	0.37	D
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero	P	3	3	1	3	-	3	3	-	16	0.50	NS
	Estabilización de la zona litoral.	P	1	3	3	3	-	3	3	-	16	0.50	NS
	Cambios en los patrones de sedimentación	P	1	3	1	3	-	3	3	-	14	0.37	D
	Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático.	P	3	3	3	3	-	3	3	-	18	0.62	S
	Modificación de patrones locales de corrientes	P	1	3	1	3	-	3	3	-	14	0.37	D
Flora marina	Cambios en la cobertura de macroalgas.	N	3	3	1	2	2	1	1	1	14	0.37	D
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos	N	3	1	1	2	2	1	1	1	12	0.25	D
	Cambios en la abundancia de corales	N	3	1	1	2	2	1	1	1	12	0.25	D
	Modificación en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	2	2	1	1	1	12	0.25	D
	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna	P	3	3	3	2	-	1	3	-	15	0.43	D
	Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales	P	3	3	3	2	-	3	3	-	17	0.56	S
<i>Medio socioeconómico</i>													
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	3	3	1	1	18	0.62	S
	Generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	2	3	1	1	1	13	0.31	D
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona	N	3	3	1	2	1	3	1	1	15	0.43	D
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud	N	1	1	1	2	1	1	1	1	9	0.06	D
Economía	Generación de empleos y derrama económica del uso turístico	P	3	3	1	3	-	3	3	-	16	0.50	NS
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	1	1	2	1	1	1	1	11	0.18	D

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

Cuadro 13. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto	Signo	Índice de incidencia	Significancia
<i>Ecosistemas terrestres</i>				
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	0.12	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones	N	0.25	D
Topografía	Alteración de la topografía de la playa.	P	0.37	NS
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.	P	0.50	NS
Flora terrestre	Rescate y reubicación de palmas de coco	P	0.18	D
	Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada	P	0.37	D
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna registrada	N	0.18	D
	Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.	P	0.37	D
<i>Ecosistemas marinos</i>				
Fondo marino	Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras y del banco de arena.	N	0.75	S
	Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción	N	0.43	NS
Agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos	N	0.37	NS
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero	P	0.50	NS
	Estabilización de la zona litoral.	P	0.50	NS
	Cambios en los patrones de sedimentación	P	0.37	NS
	Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático.	P	0.62	NS
	Modificación de patrones locales de corrientes	P	0.37	NS
Flora marina	Cambios en la cobertura de macroalgas.	N	0.31	D
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos en el área de desplante de las estructuras y del banco de arena.	N	0.25	D
	Cambios en la abundancia de corales	N	0.25	D
	Modificación en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	0.25	D
	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna	P	0.43	NS
	Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales	P	0.56	NS
<i>Medio socioeconómico</i>				
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de	N	0.62	NS

Factor	Impacto	Signo	Índice de incidencia	Significancia
	Manejo Especial			
	Generación de Residuos Peligrosos	N	0.31	D
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona	N	0.43	NS
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud	N	0.06	D
Economía	Generación de empleos y derrama económica del uso turístico	P	0.50	NS
Paisaje	Modificación del paisaje	N	0.18	D

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 15 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 28 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.

De los 28 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y 13 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 22 impactos se calificaron como directos y 6 como indirectos, es decir, que el 78.57 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 21.43 % tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos en la zona terrestre están relacionados con la generación de ruido, las alteraciones en la topografía de la playa, los impactos de rescate y reubicación de las palmas de coco, cambios en la abundancia de fauna, mejoramiento de la duna, aumento en la superficie de playa y los cambios en las características de los sitios de anidación de tortugas.

Los impactos directos en la zona marina están vinculados a cambios en la batimetría del fondo marino, cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos, cambios en el perfil costero, la reducción de la energía del oleaje y adaptación del cambio climático, así como los relativos a los cambios de cobertura de vegetación acuática y abundancia de organismos de fauna marina, la creación de hábitats y el aumento de la diversidad por el trasplante de corales. De la misma forma, los impactos de generación de residuos sólidos y de manejo especial, aumento del flujo de embarcaciones, generación de empleos y derrama económica, y modificación del paisaje son directos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con los cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera, las modificaciones en los procesos hidrográficos de estabilización de la zona litoral, de los patrones de sedimentación y los patrones de las corrientes; así como los derivados de la generación de residuos peligrosos y la exposición de personas a riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 17 (60.71 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con la alteración de la topografía de la playa, el aumento de la superficie de playa y los cambios en las características de los sitios de anidación de tortugas. También se suman a los impactos los cambios en la batimetría del fondo marino, la disminución del volumen de arena del banco, los cambios en todos los procesos hidrográficos, los cambios en la cobertura de vegetación acuática, la creación de sitios potenciales de fauna y el

aumento de la diversidad por el trasplante de corales, entre otros. El resto de los impactos (11) se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y ruido, el rescate y reubicación de palmas de coco, el mejoramiento de las condiciones de la duna, los cambios en la abundancia de la fauna terrestre y marina, así como la exposición de personas a riesgos de salud.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 7 impactos (25.00 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con el aumento de la superficie de la playa, los cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos, la estabilización de la zona litoral, la reducción del oleaje y la adaptación al cambio climático, la creación de sitios potenciales de fauna y el aumento en la diversidad y abundancia por el trasplante de corales. Los que se clasificaron como no sinérgicos (21, 75 %) están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los impactos sobre la flora y fauna terrestre, sobre el fondo marino, los cambios en el perfil costero, en los patrones de sedimentación y corrientes, los cambios en la cobertura y abundancia de la flora y fauna marina, la generación de residuos, el aumento en el flujo de embarcaciones, la exposición a personas a riesgos de salud, la generación de empleos y derrama económica, y la modificación al paisaje.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 46.43 % (13) de los impactos tendrán un efecto en el largo plazo; 12 de los impactos tendrán un efecto a mediano plazo y están relacionados con los cambios en la abundancia de la fauna, el rescate y la reubicación de las palmas de coco, los cambios en la flora y fauna marina, la creación de sitios potenciales de flora y fauna marina, con el aumento de la diversidad y abundancia por el trasplante de corales, el aumento del flujo de embarcaciones en la zona, la exposición a personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje. Asimismo, 3 de los impactos tienen su efecto en el corto plazo y corresponden a los relacionados con la emisión de gases y ruido, y las alteraciones de la calidad del agua.

En cuanto a la periodicidad, el 57.14 % (16) de los impactos se realizarán de manera **ocasional ya que solo se prevé que se realicen de esta manera, cuando ocurra algún fenómeno meteorológico o en caso que se pierda mucha arena por algún evento de norte** y están vinculados con la alteración de la topografía de la playa, el aumento de su superficie, los impactos sobre la flora y fauna terrestre, los cambios en la batimetría del fondo marino, las modificaciones en la cobertura y abundancia de la flora y fauna marina, la creación de sitios potenciales para la colonización de fauna, la generación de residuos peligrosos, la exposición a personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje. Solo 12 (42.86 %) de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la calidad del agua por dispersión de sedimentos, los cambios en los procesos hidrográficos ya que son dinámicos, el aumento de la diversidad y abundancia por el trasplante de corales, la generación de residuos sólidos y de manejo especial, el

aumento del flujo de embarcaciones en la zona y la generación de empleos y derrama económica.

Para el caso de la permanencia, 14 impactos son temporales y 14 son permanentes. Los impactos temporales están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la abundancia de fauna, la disminución del volumen del banco de arena, los cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos, los cambios en la abundancia de organismos bentónicos, de corales y de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la generación de residuos, el aumento en el flujo de embarcaciones, la exposición a personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje.

- Reversibilidad del impacto

El 20 % (3) de los impactos negativos (15) se consideran como irreversibles y el 80 % como reversibles a corto y mediano plazo. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con los cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras, la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y la generación de residuos peligrosos. Los impactos reversibles a corto y mediano plazo se relacionan con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la abundancia de fauna, la disminución del volumen de arena, los cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos, las modificaciones en la cobertura de macroalgas y en la abundancia de organismos bentónicos y especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el aumento en el flujo de embarcaciones, la exposición de personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje.

- Recuperabilidad.

El 93.33 % (14) de los impactos negativos se consideraron como recuperables y el otro 6.67 % (1) como irrecuperable. El impacto irrecuperable está relacionado con la modificación de la batimetría del fondo marino del área de desplante de las estructuras y del banco de arena. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Ahora bien, considerando los valores ajustados de la matriz de jerarquización, se tiene lo siguiente:

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 15; 1 fue significativo, 4 fueron no significativos y 10 despreciables.

El impacto significativo corresponde a:

- Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de las estructuras.

Los no significativos corresponden a:

- Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción
- Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos
- Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
- Aumento del flujo de embarcaciones en la zona

Los impactos negativos despreciables fueron:

- Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
- Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones
- Cambios en la abundancia de fauna registrada
- Cambios en la cobertura de macroalgas.
- Cambios en la abundancia de organismos bentónicos
- Cambios en la abundancia de corales
- Modificación de la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Generación de Residuos Peligrosos
- Exposición a personas y riesgos de salud
- Modificación del paisaje

En el caso de los impactos positivos, que en total fueron 13, 10 fueron no significativos y 3 despreciables.

Los no significativos corresponden a:

- Alteración de la topografía de la playa.
- Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.
- Cambios del perfil costero
- Estabilización de la zona litoral.
- Cambios en los patrones de sedimentación
- Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático.
- Modificación de patrones locales de corrientes
- Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna
- Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales
- Generación de empleos y derrama económica del uso turístico

Los impactos despreciables son:

- Rescate y reubicación de palmas de coco
- Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada
- Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas

6.2.1 Impactos residuales

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los

irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Para el proyecto solo se determinó un impacto irrecuperable que está relacionado con la modificación de la batimetría del fondo marino por la colocación de las estructuras y por la extracción de arena del banco. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Este impacto será irrecuperable ya que los arrecifes artificiales y las protecciones modificadas se asentarán sobre el fondo marino cambiando su batimetría. Este impacto será directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente e irrecuperable y se calificó como significativo.

Los arrecifes artificiales ocuparán una superficie de 9,109.71 m², mientras que el área de ampliación de las protecciones modificadas será de 1,050.0 m², sumando una superficie total de 10,159.71 m², lo cual representa el 0.041 % del SAR marino, por lo que la batimetría se modificará en un área mínima con respecto al SAR marino, reduciendo este impacto.

6.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

Ecosistemas terrestres

➤ Aire

Para esta factor se consideraron 2 impactos negativos los cuales se calificaron como despreciables y están relacionados con la emisión de contaminantes, partículas de polvo y gases de efecto invernadero y por la generación de ruido.

La emisión de bióxido de carbono (CO₂) derivada del consumo de combustibles fósiles es responsable de la mayor parte del incremento de la concentración atmosférica de ese gas. De los gases de efecto invernadero (GEI), el CO₂ es considerado el más importante, ya que se caracteriza por una elevada persistencia en la atmósfera, que varía entre los 5 y 200 años. En el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO₂ equivalente.

De acuerdo con los datos del Inventario Nacional de Emisiones de México de la SEMARNAT, en el 2008 en el Estado de Quintana Roo se emitieron 135,070.64 Ton de CO, 47 291.63 Ton de NO_x y 2 752.42 Ton de SO₂, entre otras partículas, que representó el 2.03 % de las emisiones totales.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera la emisión de contaminantes durante la operación de las embarcaciones y la maquinaria. Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NO_x, SO₂ e hidrocarburos durante el uso de las embarcaciones durante la construcción de los arrecifes, la extracción, traslado y bombeo de arena, y durante el uso de maquinaria durante el acomodo de arena en la playa, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. Asimismo, se generará un gas de efecto invernadero como es el CO₂ durante el uso de las máquinas y embarcaciones.

Este impacto se consideró como indirecto, temporal, periódico y recuperable, ya que los gases que se generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo.

Por otra parte, se espera generar ruido durante el uso de las embarcaciones por la construcción de los arrecifes artificiales, en las actividades de extracción de arena del banco con la draga y en las acciones de bombeo de arena hacia la playa. También se generará ruido durante el empleo de maquinaria durante el acomodo de la arena y por el uso del rotomartillo para modificar las protecciones existentes, así como el que genere el personal.

El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente y se calificó como despreciable, ya que será directo, temporal periódico y recuperable, y se contempla que las embarcaciones y maquinaria que se utilice estén en óptimas condiciones, para disminuir el impacto.

Durante la operación del proyecto, en caso necesario, se llevarán a cabo actividades de extracción de arena, traslado bombeo y relleno de playa, por lo que se espera generar emisiones de gases durante el uso de maquinaria y embarcaciones. Sin embargo, dichas actividades solo se llevarán a cabo de manera periódica conforme se determine en las actividades de monitoreo y en caso de que ocurra algún huracán.

De manera global se tiene que hay actividades y equipos que generarán emisiones a la atmósfera sea de gases o ruido que se han calificado como mínimos, y que en conjunto no representarán una afectación significativa, ya que se implementarán las medidas para que su condición de operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable.

➤ Topografía

Para este factor se registró un impacto positivo que se calificó como no significativo y está relacionado con las alteraciones de la topografía de la playa.

Este impacto es positivo, directo, con efecto a mediano plazo, con aparición irregular y permanente. Las actividades de nivelación de la arena, requerirá el empleo de maquinaria pesada para el acomodo de esta donde sea necesario, de esta forma se modificará la geoforma actual, que es de 2.0 msnm (en la sección más alta) con una pendiente poco pronunciada. Con las actividades de relleno la playa quedará a una altura máxima de 2.1msnm, con un ancho de 25.0 m a partir de la línea cero actual.

Cabe señalar que las condiciones que imperan en la zona han agravado los procesos de erosión lo que ha repercutido en la pérdida de playa, alterando su topografía. En este contexto tenemos una playa que ha sido modificada en su extensión y topografía, la cual es vulnerable a la erosión tanto eólica como provocada por el oleaje, y de mantenerse en las condiciones actuales se continuaría perdiendo, al grado de que se afecte más el ecosistema de duna adyacente.

Derivado de lo anterior, se pretende recuperar la playa que se ha perdido mediante su relleno, generando una playa de 25.0 m de ancho a partir de la línea cero actual, con una altura máxima de 2.1 msnm y que será adyacente a la vegetación de duna restaurada, lo cual es positivo para el proyecto.

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales. Cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al norte, y cuando el oleaje se presente del Este cada salientes se alinearán con el centro de cada arrecife.

➤ Playa

Para este factor se identificó un impacto positivo que se calificó como no significativo, que está relacionado con el aumento de la superficie de playa en el área del proyecto y en el sistema ambiental regional. Este impacto será directo, acumulativo, tendrá un efecto a largo plazo, aparece de manera irregular ya que sólo se realizará el relleno de manera ocasional, en caso necesario y será permanente.

Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que no son resultado únicamente de la interferencia antropogénica en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, también es consecuencia de factores naturales.

En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

La empresa GPPA en 2004¹ y 2006², midió una tasa de erosión y retroceso en la línea de costa del Sistema Ambiental Punta Bete - Punta Maroma de 2.5 a 4.5 m/año en promedio. Sin embargo, a principios de 2016 en el sistema ambiental Punta Xcalacoco–Punta Maroma se ha detectado una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás, al grado de presentarse un adelgazamiento de la playa de varios metros.

De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Beté, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales en los últimos 10 años. De esta estimación, en particular en la parte Noreste del predio del proyecto³.

El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.

De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano, se determinó que en el análisis comparativo realizado con las líneas de costa del periodo 2009 al 2017, se ha erosionado buena parte del área de playa recuperada. Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se

¹ GPPA S. C., 2004. Evaluación del proceso litoral e implicaciones ambientales en el predio Mayakoba, Desarrollo Tres Ríos y Kanai, y la Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 70 p.

² GPPA S. C., 2006. Caracterización y Diagnóstico Ambiental Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 223 p.

³ Odériz, I.; Mendoza, E.; Leo, C.; Santoyo, G.; Silva, R.; Martínez, R.; Grey E., and López, R., 2014. An alternative solution to erosion problems at Punta Bete-Punta Maroma, Quintana Roo, Mexico: Conciliating tourism and nature.



comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante, al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.

Durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena, siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.

En el frente de playa del desarrollo Grand Velas el sedimento es escaso porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio. Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.

En el proyecto se contempla realizar el relleno de playa en una superficie de 22,053.93 m², que abarca la zona de playa del hotel y parte de la zona marina. El relleno de playa quedará sobre la playa existente, y en los ambientes marinos de laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero.

Derivado de lo anterior, se pretende recuperar la playa que se ha perdido mediante su relleno, generando una playa de 25.0 m de ancho a partir de la línea cero actual, con una altura máxima de 2.1 msnm y una superficie de 22,053.93 m², lo cual es un impacto positivo para el proyecto. Además que este impacto coadyuvará con el aumento de los sitios potenciales para la anidación de tortugas marinas e incrementará el atractivo turístico de la zona.

Asimismo, esta superficie de playa y volumen de arena que se ha utilizado para su relleno, se sumará a las áreas que han sido recuperadas a nivel del sistema ambiental regional, como es el caso del Desarrollo Turístico Mayakoba, que realizó su relleno de playa.

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales. Cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al norte, y cuando el oleaje se presente del Este cada salientes se alineará con el centro de cada arrecife.

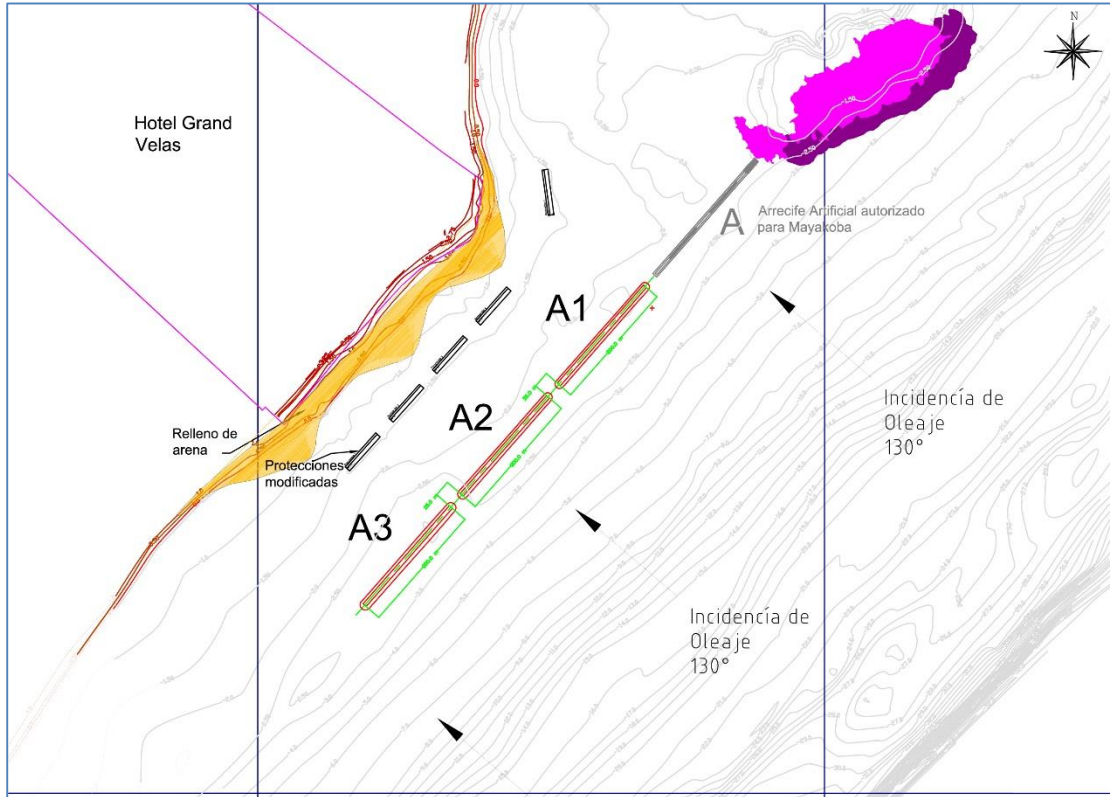


Figura 4. Se muestran las salientes que se forman con el oleaje del Sureste.

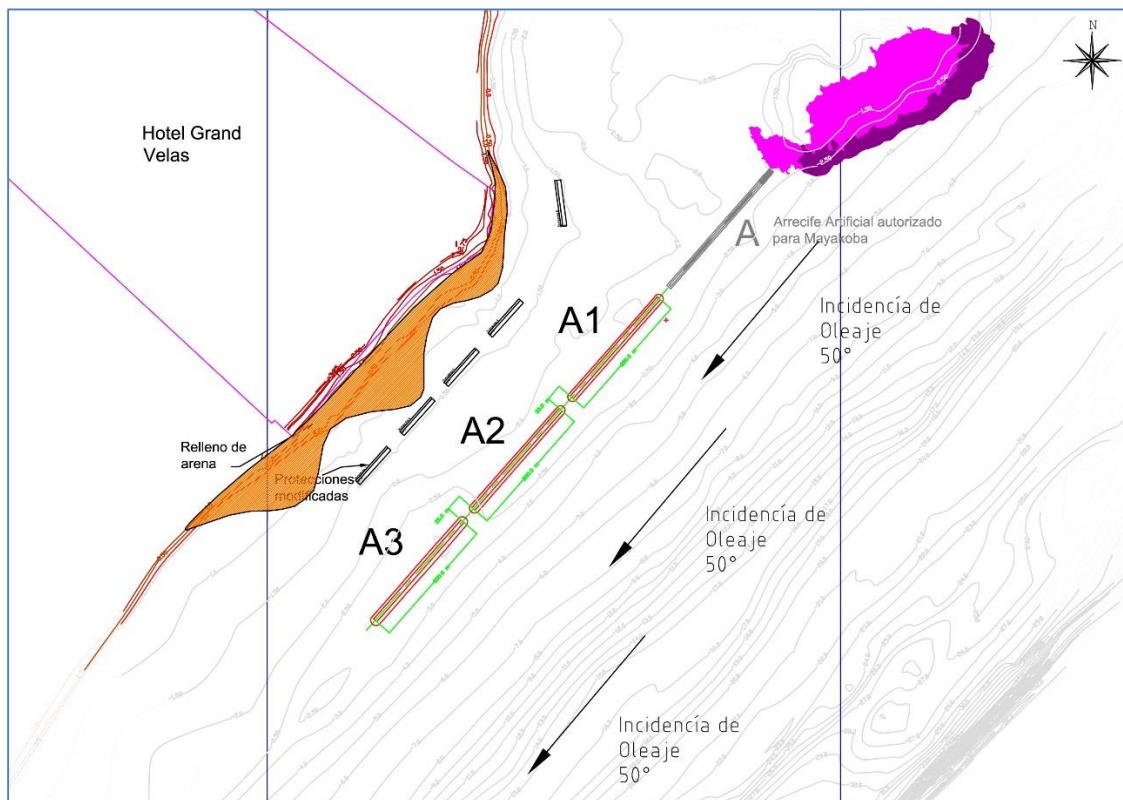


Figura 5. Se muestran las salientes que se forman con el oleaje del Norte.

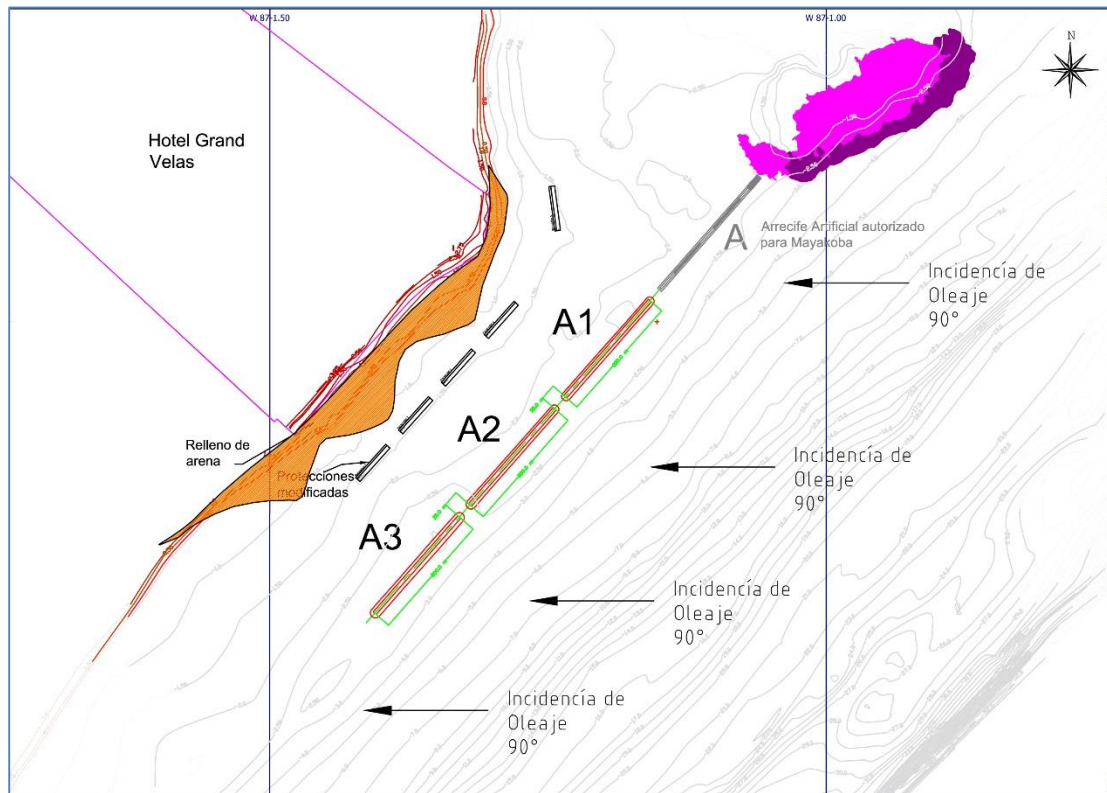


Figura 6. Se muestran las salientes que se forman con el oleaje del Este.

A largo plazo se prevé que los proyectos del Desarrollo Turístico Tres Ríos y Punta Kanai construyan sus obras de arrecifes artificiales, sistemas de protección de duna costera, relleno de playa, conformación de duna artificial y actividades de reforestación, que de manera integral tienen el fin de recuperar los ambientes costeros del SAR y mantener la estabilidad de la playa por más tiempo.

De esta manera el proyecto de “Restauración de Playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero, mediante la construcción de arrecifes artificiales y su relleno de playa, ya que las obras que se proponen y las que se autorizaron en los demás proyectos contribuirán a proteger una mayor área de costa, a mantener una playa más estable y a conservar los ecosistemas costeros del sistema ambiental regional.

➤ Flora

Para este factor se identificaron dos impactos positivos que se calificaron como despreciables, que están relacionados con el rescate y reubicación de las palmas de coco (*Cocos nucifera*) y el mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada.

El Sistema Ambiental Regional Punta Bete-Punta Maroma consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera. Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 4. La vegetación con



mayor superficie en el SAR fue el manglar con 884.88 ha, seguida de la selva baja subcaducifolia con 488.94 ha.

En lo referente a la vegetación de duna costera en la mayor parte del SAR ha sido modificada en algún grado. Hay secciones donde se ha mantenido en su zonificación natural con la sección de halófitas costeras y matorral costero o selva baja costera, pero en otras ha prácticamente desaparecido debido al asentamiento de infraestructura de diferente índole, disminuyendo con esto la protección natural que este ecosistema ofrece ante el embate de los procesos erosivos marinos.

Como resultado de la erosión de la playa y duna costera en algunas partes del SAR existen palmas que han quedado expuestas al mar con efectos erosivos evidentes en sus raíces, y las dunas naturales han perdido su pendiente quedando un talud vertical, así como la presencia de rocas expuestas en la zona litoral del mar.

En la parte terrestre, el hotel Grand Velas y Casa Velas presenta una sección de duna que fue restaurada con especies propias de este tipo de vegetación. Esta vegetación se encuentra delimitada por los andadores del hotel y por andadores elevados intercalados en su trazo continuo. Se registraron especies como *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Thrinax radiata*, *Hymenocallis litorallis* y *Cocos nucifera*. También posee playa arenosa con ejemplares dispersos de *Cocos nucifera*.

En la porción terrestre, el proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20m² de playa arenosa, donde se registraron 64 palmas de coco (*Cocos nucifera*), las cuales serán rescatadas y llevadas al vivero con el que cuenta el hotel donde recibirán los cuidados necesarios. Se contempla mantener la vegetación de duna restaurada del predio, por lo que no se contemplan afectaciones sobre esta vegetación ni las especies que la conforman.

Asimismo, al finalizar las actividades de relleno de playa, se llevará a cabo la reubicación de las palmas y acciones de enriquecimiento de la duna costera, empleando ejemplares propios de vegetación de duna costera, los cuales provendrán del vivero del hotel. Las actividades de enriquecimiento se llevarán a cabo conforme al Programa de Restauración de duna costera del Hotel Grand Velas y Casa Velas.

Cabe señalar que la duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna, por lo que se afectó la vegetación de esta sección derivado de los procesos erosivos, por lo que con las actividades de enriquecimiento se mejorarán las condiciones de la misma.

Con la construcción del proyecto se pretende recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente a la propiedad y mantener las condiciones de la duna. Durante el funcionamiento de los arrecifes artificiales que se instalarán, se reducirá la energía del oleaje, lo que a su vez protegerá la playa manteniéndola más estable, contribuyendo a preservar los ecosistema de duna y manglar, para que sigan proveyendo sus servicios de protección.

En un largo plazo, cuando se construyan todas las obras de los proyectos de Mayakobá, Desarrollo Turístico Tres Ríos, Kanai y junto con las obras del hotel Grand Velas y Casa Velas, se espera que se mantengan en buenas condiciones las áreas con vegetación de duna costera que aún existen y las que se restauren.

➤ Fauna

Para este factor se identificó un impacto negativo y uno positivo que se calificaron como despreciables. El impacto negativo está vinculado a los cambios en la abundancia de la fauna de la playa del hotel y el impacto positivo está relacionado con los cambios de las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.

De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SAR definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayakoba, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SAR están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %). Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves *Calidris minutilla* (Playero) y *Larus atricilla* (Gaviota reidora).

El impacto relativo al cambio de abundancia de ejemplares se consideró como directo, simple, temporal, reversible y recuperable. En la playa solo se registraron aves marinas, las cuales se desplazan fácilmente, y están adaptadas a la presencia de personas. No se prevén mayores impactos a la fauna ya que solo se utilizará la zona de playa y la zona marina para las actividades del proyecto.

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como las aves y mamíferos, pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente.

Cuando se inicie las actividades de bombeo de arena y acomodo de arena para el relleno en la playa, se prevé que las aves se desplacen fácilmente ante la presencia humana, por lo tanto este impacto se consideró como despreciable.

En el área de influencia indirecta del proyecto, se mantendrá la duna restaurada que posee el hotel, la cual continuará proveyendo servicios ambientales a la fauna. Cabe señalar que no se registraron ejemplares de fauna en la duna, sin embargo, es utilizada por la fauna como sitio de refugio, reproducción o alimentación.

Asimismo, con las actividades de enriquecimiento de la duna se proveerán nuevos hábitats para la fauna, ya que se utilizarán especies nativas propias del ecosistema costero provenientes del vivero del hotel.

Por otra parte, en cuanto al impacto relacionado con los cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas, se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irregular y permanente.

En la playa del proyecto llegan a anidar tres especies de tortugas marinas, como son la tortuga blanca o verde (*Chelonia mydas*), la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción.

Estos arribos de tortugas marinas se empezaron a dar después del año 2010, dos años después que se terminó el proyecto de Restauración de la línea de Costa de Punta Bete, ya que antes de éste el predio carecía de playa donde anidaran. En el año 2010, se registraron 4 nidos, 1 perteneciente a la tortuga *Chelonia mydas* (Tortuga Verde) y 3 de la especie *Caretta caretta* (Tortuga Caguama); para el año 2011 se reportaron 7 nidos, 4 de la especie *Chelonia mydas* y 3 de la especie *Caretta caretta*. En el 2015 se registraron 36 nidos, 4,092 huevos y 3,268 crías liberadas.

A partir del año 2012 el Hotel Grand Velas forma parte del Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas de las Playas del Municipio de Solidaridad, realizado por la Dirección de Medio Ambiente del H. ayuntamiento de Solidaridad que cuenta con Plan de Manejo para llevar a cabo estas actividades, el cual fue autorizado mediante el Oficio No. SGPA/DGVS/02768/16 de fecha 22 de marzo de 2016 por parte de la Dirección General de Vida Silvestre.

El personal del municipio está a cargo de las actividades del Programa de Protección de Tortugas Marinas del Municipio de Solidaridad. El personal ha registrado las anidaciones de tortugas marinas durante el período de 2012 a 2016. En este último año se registraron hasta 39 nidos de tortuga caguama (*Caretta caretta*), de los cuales se obtuvieron 4,028 huevos y se liberaron 2,770 crías.

Con el proyecto se pretende recuperar la playa que se ha estado perdiendo a causa de la erosión. De esta manera, se garantiza que una vez que se termine el relleno de playa, se tendrá un área mayor de anidación.

El proyecto creará un ambiente propicio para el desove y nacimiento de tortugas marinas con las actividades de relleno de playa, ya que se contará con mayor superficie para sitios de anidación de estos organismos.

El relleno de playas se llevará a cabo con arena proveniente de un banco ubicado en la misma zona, cuya granulometría y composición química son sumamente parecidas a las de la arena de las playas de la región. El relleno incrementará el ancho y la profundidad de la playa sin generar áreas demasiado compactas, con baja capacidad de intercambio gaseoso o con temperaturas diferentes a las que se presentan en playas naturales de la región.

Al respecto, cabe señalar que estos factores influyen en la selección del sitio para anidación de las hembras, ya que buscan sitios que no estén compactos donde se permita la excavación de los nidos. Asimismo, la temperatura del sustrato, la tasa de

difusión de gases y la humedad disponible, puede tener repercusión en la incubación y eclosión de los neonatos (Packard y Packard 1988; Mortimer 1990; Ackerman 1997). De acuerdo con lo anterior, se creará un ambiente propicio para el desove y nacimiento de tortugas marinas.

En el siguiente cuadro se presenta un ejemplo de factores que se determinaron que afectan la anidación de las tortugas en playas rellenadas de Carolina del Sur.

Cuadro 14. Se presentan los factores que se determinaron en el estudio de relleno de playas de Carolina del Sur.

El efecto de la alimentación de playa sobre la anidación de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en varias playas de Carolina del Sur (Debordieu, Hunting Island, Hilton Head Island) “realizada por Julia I. Byrd, en el 2004.

Factor	Referencia	Estudio
No. de nidos	En la playa Debordieu dos años antes que iniciara el proyecto de restauración de esta, disminuyeron las densidades de anidación.	<p>Una vez que se llevó a cabo el proyecto, las densidades de anidación incrementaron después de la alimentación de la playa. Las variaciones observadas en la densidad de nidos fueron similares a las fluctuaciones en el número de nidos en todo el estado, lo que sugiere que el número de las hembras reproductoras cada año pueden haber influido en la tendencia creciente en la densidad de anidación durante este período.</p> <p>Para las playas Hilton Head Island también las densidades de anidamiento aumentaron en las playas recuperadas y controladas después del relleno.</p>
Compactación	<p>Molding y Nelson (1988), las playas recuperadas permanecen anormalmente duras por hasta siete años, dependiendo del tiempo y las condiciones de las olas junto con la calidad del relleno. Durante la época de anidación inmediatamente después de la alimentación en Hunting Island, las playas alimentadas fueron significativamente más compactas que la playa de control a 15 cm de profundidad de la arena.</p> <p>Por otra parte, en otro estudio realizado en Florida, se registró que las playas rellenadas con arena presentan un factor de</p>	Cabe señalar que no se relacionaron los valores de compactación con el número de anidaciones, por lo que no se consideró como un factor biológicamente significativo.

	compactación mayor del umbral que es de 500 psi de acuerdo con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos, donde la arena está compuesta principalmente de carbonatos, a diferencia de las playas de Hunting Island (Carolina del Sur), que están compuestas de material silíceo.	
Tamaño de grano de la arena	Las tortugas más comúnmente anidan en arenas con un diámetro medio de partícula de 0,5 - 0,25 mm (1,0 Φ a 2,0 Φ), pero también se ha encontrado que anidan en medios más finos y más gruesos (Hughes 1974, Mann 1979, y Foley 1998).	El tamaño medio del grano tanto en el control (2,27 Φ) y de las playas que fueron alimentadas (2,79 Φ), fueron diferentes, sin embargo, en ambos casos los tamaños de grano encontrados fueron típicos de las playas de Carolina del Sur y estaban dentro del rango de sustratos en los que las tortugas pueden anidar con éxito (Mortimer, 1990; Carthy <i>et al.</i> , 2003).
Temperatura	En relación con la temperatura de la arena de las playas recuperadas, en Hunting Island las temperaturas en la playa rellenada fueron significativamente superiores a las temperaturas en la playa de control en general y para dos de los cuatro períodos medidos. Las tortugas marinas tienen una determinación del sexo dependiente de la temperatura, a temperaturas altas resultan en hembras y temperaturas más bajas resultando en machos (Yntema y Mrosovsky, 1980).	Aunque las diferencias de temperatura aproximadamente fueron de sólo 0,5°C y 1,0°C en Hunting Island, se producen cerca de la temperatura pivotal y pueden tener el potencial para afectar las proporciones sexuales. Aunque las diferencias de temperatura observadas en Hunting Island pueden ser biológicamente significativas, la estimación del efecto sobre las proporciones de sexo a partir de estos datos es difícil de estimar, ya que en este estudio, solo se registró la temperatura de la arena superficial, no la temperatura del nido. Los nidos son generalmente más calientes que la arena circundante (Godfrey <i>et al.</i> , 1997).
		Este estudio encontró que la alimentación de la playa tiene el potencial de afectar significativamente tortugas marinas en Carolina del Sur, pero los efectos no fueron consistentes entre las playas comparadas, los nidos y cada proyecto de recuperación es único; por lo tanto las evaluaciones del efecto del relleno sobre las tortugas debe hacerse caso por caso hasta que se disponga de datos definitivos.

De acuerdo con lo anterior, la recuperación de playas de los sitios antes señalados contribuyó a incrementar el número de anidaciones que se habían registrado, lo cual es un impacto positivo y concuerda con lo que se espera del proyecto que se propone. Las playas difieren en muchas características físicas, incluyendo el tamaño medio de grano, porosidad y compactación. Por lo tanto, los valores de umbral de compactación pueden variar según la región geográfica.

Con respecto a los tamaños de grano y distribuciones de tamaño de la arena, en el proyecto de interés se pretende utilizar arena de tamaños similares ya que es de la misma zona, lo cual no es un factor determinante para la anidación de los tortugas marinas, de acuerdo con lo expuesto.

De manera general, numerosos estudios han encontrado que la alimentación de la playa altera características físicas de estas. En el estudio realizado por Byrd (2004) en varias playas de Carolina del Sur, solo se registraron diferencias estadísticamente significativas entre la temperatura de la arena, compactación de la arena, tamaño medio del grano y contenido de humedad. Estas diferencias tienen el potencial de influir en el nido, la selección del sitio, la proporción de rastros que dan lugar a nidos y el entorno del nido. Sin embargo, sólo las diferencias de temperatura y compactación en dicho estudio tuvieron el potencial para ser biológicamente significativas. Al igual que con el estudio histórico, es difícil hacer generalizaciones sobre los efectos de la recuperación de la playa en las características físicas de la playa.

De acuerdo con lo anterior, no se pueden hacer generalizaciones sobre los efectos de la recuperación de la playa en las características físicas de esta, incluso derivado de la recuperación de playas se incrementó el número de nidadas en Carolina del Sur, lo cual se considera un impacto positivo ya que se espera que con el proyecto se registre un aumento en el arribo de tortugas ya que la costa del predio cambiará de ser una zona con algunos escarpes a una playa ancha de 25.0 m donde se permita el arribo de las tortugas.

A pesar de la fidelidad a sus sitios de anidación, existe una multitud de factores ambientales que pueden impactar sobre que la selectividad de las tortugas reproductoras de playas o incluso sitios dentro de playas para construir sus nidos (Santos *et al*, 2006), además de la capacidad de localizar la dirección del mar por los neonatos (Salmon *et al.*, 1995; Bertolotti and Salmon, 2005). A partir del análisis documental del conocimiento disponible sobre estos factores, se obtuvieron las características que resultan relevantes para el éxito anidatorio en hembras anidantes, para el desarrollo de huevos y neonatos y para el arribo de las tortugas marinas a las playas de anidación. De este modo se realizó un análisis comparativo entre las características del proyecto y las características de los ecosistemas naturales como hábitat de anidación para las tortugas marinas.

1. Características que resultan relevantes para el arribo de las tortugas marinas a las playas de anidación:

- **Patrones de movimiento** que llevan a cabo las tortugas adultas caguama y blanca durante su época de reproducción que incluyen:

- a) Permanencia en zonas cercanas a las playas de anidación durante el período de reproducción.
- b) Posterior a la anidación un desplazamiento inicial generalmente a lo largo (paralelo) de la costa seguido por movimientos con rumbos específicos por ambientes pelágicos hasta alcanzar zonas de alimentación en hábitats neríticos sobre las que manifiestan alta fidelidad a largo de múltiples ciclos de reproducción.
- c) Retorno a las playas de anidación para la reproducción una vez que las hembras completan la maduración de óvulos utilizando rutas migratorias que repiten los derroteros post-anidación.

- **Separaciones entre formaciones que permitan su libre paso:** En regiones donde predominan franjas de barreras arrecifales paralelas a la costa, como es el caso de la costa de Quintana Roo, los desplazamientos de largas distancias de las tortugas (adultos y juveniles) se realizan siguiendo la misma dirección que estas barreras naturales para luego cruzarlas hacia o desde la costa para la anidación o posteriormente al emprender su traslado hacia las regiones de alimentación. Para estos cruces aprovechan las separaciones entre formaciones que permiten su libre paso.

El proyecto considera la construcción de arrecifes artificiales cuyo diseño beneficie diversos aspectos de la ecología de tortugas marinas que ocurren en la zona. En primer lugar, bajo la consideración de elevados niveles de pérdida de área de playas, se podrá disminuir los procesos erosivos tanto de playa como de duna. Por otro lado, las estructuras servirán también como sitios para resguardo de tortugas tanto las adultas como los juveniles. Finalmente, dado que las estructuras permanentes continúan la misma línea del arrecife natural y consideran separaciones de 25.0 m, no representarán impedimento para el libre paso de tortugas siendo que estas distancias son similares a las que ocurren comúnmente en cortes de la barrera arrecifal natural.

2. Características que resultan relevantes para el éxito anidatorio en hembras anidantes, y para el desarrollo de huevos y neonatos.

A continuación en el siguiente cuadro se enlistan los factores que determinan el éxito de los procesos de anidación de hembras, desarrollo de huevos y neonatos así como la discusión de cómo el diseño del proyecto es adecuado y mantiene las características del hábitat natural para el desarrollo de estos procesos.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLAYAS DE RELEVANCIA PARA EL ÉXITO ANIDATORIO DE HEMBRAS ANIDANTES		
Factor	Explicación	Medidas tomadas
Arena del Relleno.	Una de las características que provocan el aborto de la anidación de las tortugas es el cambio en las características de arena, de las cuales las principales son el tamaño del grano, la forma del grano,	Como se explica en el capítulo II, la arena que se ocupará para el relleno será extraída de un banco de arena marino cercano. El tipo de arena con el que se rellenará la playa tiene la misma granulometría y composición

	<p>el contenido de arcillas, color de la arena, nivel de compactación de la arena, contenido de humedad, contenido mineral, potencial del agua en el sustrato, y la porosidad o nivel de difusión de gases (Nelson, 1992a).</p> <p>Debido a lo anterior la arena que se utilizará en el relleno de la playa debe cumplir con características similares a la playa natural y debe ser extraída de lugares cercanos para cumplir con las características de la playa natural.</p>	<p>que la arena de las playas del SAR, que corresponde a arenas mal graduadas cuyo grano no es muy fino, por lo que no disminuirá la capacidad de intercambio gaseoso, ni se saturará de agua rápidamente. De igual forma, la arena que será utilizada para el relleno tiene la misma coloración que las arenas de la región, por lo cual no se modificará la temperatura de la arena fuera de los rangos normales para esta zona.</p> <p>En el Anexo técnico 2, se incluyen las características de los bancos de arena explorados y los criterios de selección del banco más similar al sitio del proyecto para cumplir con esta condición.</p>
Vegetación	<p>Un ecosistema de vegetación en la duna-playa, es indispensable en la selección de los sitios de anidación, sobre todo en el caso de la tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) y la tortuga blanca (<i>Chelonia mydas</i>), que presenta una preferencia a sitios con vegetación.</p> <p>La cubierta de las plantas y la habilidad de algunos arbustos para aflojar el sedimento tienen influencia en el éxito de eclosión, sin embargo un exceso de vegetación puede impactar de manera negativa.</p>	<p>Las actividades de enriquecimiento de la duna restaurada se realizarán únicamente con especies nativas arbustivas y herbáceas, que no generan raíces que puedan dañar los huevos o dificultar la excavación de nidos, en el caso de que alguna tortuga suba al frente de duna e intente poner su nido en ese sitio.</p>
Ancho y pendiente.	<p>El ancho y la pendiente se relacionan con la selección de sitios de anidación de las tortugas. "Playas con una pendiente escasa provocan que la distancia que requieren las hembras para acceder a sitios menos vulnerables a inundación de nidos por mareas sea excesiva (Horrocks y Scott 1991; Santos <i>et al.</i>, 2006). Playas angostas o con pendientes excesivas también pueden inhibir su selección por hembras grávidas y disminuir la frecuencia de anidaciones (Garmestani <i>et al.</i>, 2000; Montague, 2008)."</p> <p>El trabajo de Hays (2004) muestra un aumento de anidaciones en la tortuga caguama cuando las dunas se restauran con una pendiente doble.</p>	<p>El desarrollo del proyecto generará playas adecuadas para la anidación de las especies de tortugas marinas que se distribuyen en el área ya que incrementará su ancho, a 25 m. De igual forma modificará la pendiente, la cual será apta para el desove de las hembras pues imita las características de las dunas naturales de la región.</p>
Profundidad de la Arena.	<p>La profundidad de la Arena se considera un factor relevante cuando se utiliza un relleno exógeno en una playa, los requerimientos de profundidad de la arena se encuentran resumidos en la NOM-162-SEMARNAT-2012, generalizando la información para la tortuga blanca y la caguama que son las</p>	<p>Se restaurará la playa de manera que se parezca lo más posible a la playa natural, conservando la mayoría de las características tal como la profundidad de la arena.</p>

	<p>especies que arriban en la zona se requiere de al menos 60 cm de profundidad de arena en cualquier sitio de la playa restaurada con probabilidad de anidaciones.</p>	
CARACTERÍSTICAS DE LAS PLAYAS DE RELEVANCIA PARA EL DESARROLLO DE HUEVOS Y NEONATOS		
<p>Ambiente Hídrico.</p>	<p>El ambiente hídrico depende del tipo y tamaño del grano de arena, por lo que al utilizar un relleno exógeno el ambiente hídrico puede verse afectado, las arenas finas el agua filtrada no se evapora fácilmente debido que los espacios entre los granos son muy reducidos, limitando el intercambio de gases y cambiando la temperatura.</p> <p>La humedad en la arena debe medirse antes y después del relleno para que la humedad sea similar al de la playa natural</p>	<p>Como ya se dijo anteriormente la arena será extraída de un banco de arena cercano, por lo que los granos de arena tendrán características físicas muy semejantes a los de la playa natural.</p>
<p>Minerales Esenciales.</p>	<p>Es posible que los huevos de las tortugas requieran de minerales presentes en el sedimento por lo que se debe comparar el relleno con el de la playa natural.</p>	<p>Las características de la arena de las playas con las cuales se hará el relleno son compatible con la arena de la playa natural.</p>
<p>Calendarización de los trabajos de relleno.</p>	<p>Debe ser regulada por los impactos negativos que pueden tener en nidadas existentes en las playas, tal como enterrar los nidos entre otros. Sin embargo es posible evitar el daño si los trabajos de relleno se hacen fuera de la temporada de anidación de las tortugas marinas.</p>	<p>Con la finalidad de permitir el arribo de las hembras y proteger los nidos, se realizará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ La maquinaria y equipo, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Las actividades de relleno de playa se llevarán a cabo fuera de la temporada de anidación de tortugas marinas. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ La arena de reemplazo será similar (tamaño de grano, contenido de materia orgánica) a la arena de la playa original, a fin de mantener las condiciones de la playa aptas para la

		<p>incubación de huevos de tortuga marina.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Se mantendrán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas. ✓ Se proyecta construir los arrecifes artificiales continuando la misma línea del arrecife natural y las construcciones tendrán separaciones de 25.0 m, por lo que no representarán impedimento para el libre paso de tortugas.
Construcción de Arrecife Artificial.	Las formaciones arrecifales proporcionan espacios de reposo y resguardo a tortugas de diversas especies tanto adultas como jóvenes. En Quintana Roo predominan las barreras arrecifales paralelas a la costa, los desplazamientos de las tortugas se realizan en la misma dirección que las barreras arrecifales y aprovechan las separaciones entre estas para llegar a la costa a anidar.	Los tres arrecifes artificiales proyectados se encontrarán separados a lo largo del eje por distancias de 25.0 m entre cada uno, lo cual garantiza que las diversas especies marinas que se distribuyen en la zona, incluidas las tortugas marinas puedan moverse libremente entre la playa y el mar. De esta forma, las especies podrán continuar con sus patrones de movimiento en el área y no se verán interrumpidos sus procesos de alimentación ni de reproducción. Por otro lado las estructuras servirán como resguardo para tortugas jóvenes y adultas.

- Efecto de las actividades de mantenimiento de la playa (reposición de arena) sobre los patrones de comportamiento de las tortugas marinas en la época de arribazón y desove.

Ya que parte de la arena vertida a las playas podrá perderse cuando se presenten tormentas fuertes y hacer que se tornen más delgadas, será necesario realizar un relleno de mantenimiento de las playas del Hotel Grand Velas con arena del banco 3A. La extracción de arena en este banco se realizará por medio de la draga con tolva, que la trasladará al punto de conexión para su bombeo.

Debido a que estas labores se deberán desarrollar cuando la playa ya está conformada, se espera que comiencen a registrarse anidaciones de algunas especies en el área del proyecto. Por ello la calendarización de los trabajos de relleno para el mantenimiento de las condiciones de la playa debe ser regulada para evitar posibles impactos sobre el éxito de eclosión de nidadas, siempre y cuando se hayan registrado específicamente en el sitio.

En caso de registrarse nidos de tortuga marina, los impactos que se podrían generar por las actividades de relleno de mantenimiento son:



- la destrucción o enterramiento de los nidos por la maquinaria y el transporte de materiales en épocas de la eclosión de las crías,
- la pérdida de individuos que sean desorientados por el uso de iluminación o por las actividades durante trabajos nocturnos;
- la compactación del sustrato.

Los dos primeros efectos adversos pueden evitarse al conducir las operaciones de relleno fuera de la temporada de anidación de tortugas marinas (Pullen y Yancey 1979; Arnold 1992). Por ello, de registrarse nidadas de cualquier especie de tortuga en el sitio, los trabajos de mantenimiento de la playa no se realizarán durante la temporada de anidación.

Por otro lado, el relleno de mantenimiento no cambiará las características del sustrato de la playa ya que la arena que se utilizará para ello provendrá del banco 3A. La arena de este banco tiene la misma granulometría, composición, color y demás características físico-químicas que la arena original de la playa en el SAR, por lo que no se modificará su capacidad de intercambio gaseoso, de saturación de agua, ni su temperatura, entre otras características.

En cuanto a la compactación del sustrato, ésta se deberá al movimiento de equipo pesado en la playa (W. G. Nelson 1985; Nelson & Mayes 1986). Aunque sería ideal contar con un conocimiento de los valores óptimos o por lo menos umbrales de medidas de compactación para guiar procesos de restauración por rellenos, los estudios disponibles no son concluyentes (Crain *et al.*, 1995).

Independientemente de la frecuencia de los trabajos de mantenimiento por medio de relleno de la playa, es probable que sea necesario aplicar métodos de rastrillado o arado cada año (Leonard Ozan, 2011) ya que el nivel de compactación de la arena ocasionado por el relleno puede tener una duración de uno a siete años, dependiendo de las condiciones ambientales locales (Moulding y Nelson, 1988) y la calidad del sedimento. De ser necesario realizar estos procesos, se harían fuera de la temporada de anidación de las tortugas.

Se concluye que las actividades de mantenimiento se realizarán de manera periódica en caso que se registren tormentas y huracanes y que se pierda la playa, las cuales se llevarán a cabo de manera esporádica y no se realizarán en temporada de anidación de tortugas marinas, para evitar que se pierdan nidos por esta causa.

De esta manera, el proyecto generará hábitat adecuado para la reproducción de las tortugas marinas, lo cual podrá resultar en un impacto positivo en sus poblaciones y aumentar la capacidad de la playa de soportar diversos impactos ambientales negativos que pudieran comprometer la supervivencia de organismos de estas especies.

Ecosistemas marinos

- Fondo marino (*áreas de arrecifes artificiales, relleno de playa, protecciones modificadas y banco de arena*)

Para este factor se consideraron dos impactos adversos uno se calificó como significativo y el otro como no significativo. El impacto significativo está relacionado con los cambios en la batimetría submarina por la colocación de estructuras y por la extracción de arena del banco. Mientras que el impacto no significativo corresponde a la disminución del volumen de arena del banco por las actividades de extracción.

En cuanto al impacto del cambio de la batimetría submarina por la colocación de estructuras y la extracción de arena, se consideró como un impacto directo, acumulativo, con efecto de largo plazo, irregular, irreversible, permanente e irrecuperable. Este impacto se considera como residual y se producirá en el área de instalación de las estructuras, así como en el banco de arena.

Los arrecifes artificiales y las protecciones modificadas se desplantarán sobre los ambientes de laja con macroalgas, laja con sedimento y arenal somero, modificando la batimetría del área donde se desplantarán. Los arrecifes artificiales ocuparán una superficie de 9,109.71 m², mientras que el área que ocuparán las áreas de ampliación de las protecciones modificadas será de 1,050.0 m², sumando una superficie total de 10,159.71 m², lo cual representa el 0.041 % del SAR marino, por lo que la batimetría se modificará en un área mínima con respecto al SAR marino.

Los arrecifes serán construidos a base de cubos de concreto ranurados, los cuales quedarán asentados de manera aleatoria sobre el fondo marino en el área de desplante. Los cubos serán colocados mediante el empleo de una grúa de brazo largo que estará sobre un chalán. Primero se colocarán los cubos de la cama inferior y se irán acomodando los de las demás capas hasta completar el arrecife. Este impacto se calificó como significativo, dado que se modifica el fondo, sin embargo éstos ayudarán a proveer otro tipo de ambiente.

Por otra parte, el peso y forma de los arrecifes artificiales garantiza que no se moverán por el efecto del oleaje y las corrientes, de tal forma que no podrán afectar otras áreas ni otros ambientes dentro de la zona de influencia del proyecto ni del SAR. Para garantizar lo anterior, se realizaron cálculos de la energía que la ola ejercerá contra los arrecifes artificiales, derivado de lo anterior se obtuvo una energía de empuje superior a los 871 Kg para mover los arrecifes y estos tendrán un peso de 20,627.1 Kg (20.63 Ton) y 1 m³ de dimensión, es decir 23 veces más el peso requerido.

También se modificará el fondo del área de ampliación de las protecciones existentes, ya que se considera desplazar los bolsacretos de la corona hacia la base del lado que da a la playa, aumentando el ancho de la estructura. Estos bolsacretos quedarán a -0.8m, es decir, debajo del nivel del mar por lo que proveerán otro tipo de ambiente que puede ser colonizado por la flora y fauna marina.

Asimismo, se modificará la batimetría del fondo del banco de arena derivado de las actividades de extracción, ya que se introducirá la draga para extraer la arena, reduciendo la cama de arena muestra espesores máximos de 0.50 m y mínimos de 0.10m. Este impacto se producirá en la superficie aprovechable, que corresponde a 32.93 ha, que representa el 1.32 % del SAR marino del proyecto, lo cual se considera mínimo.

Por otra parte, el impacto de la disminución del volumen de arena del banco por las actividades de extracción se consideró como directo, acumulativo, con efecto de largo plazo, reversible, temporal y recuperable.

Se estimó que para el proyecto se requiere un volumen de 47,104.12 m³ de arena que son necesarios para el relleno de playa, y que el banco de arena seleccionado cuenta con volumen de arena estimado de 58,031.00 m³ de arena disponible, por lo que se extraerá el 81.17 % del volumen del banco, sin embargo esta es recuperable y forma parte del canal de arena que se extiende en una mayor área del SAR.

Este impacto se calificó como no significativo, ya que el volumen de arena extraída puede recuperarse a lo largo del tiempo gracias a la dinámica litoral propia de la zona, que continuará aportando sedimentos, lo que aumentaría progresivamente su volumen.

Para evaluar los efectos en las inmediaciones del sitio de extracción de arena debido a la disminución del volumen de arena y cambio de batimetría, se realizó una modelación adicional de propagación del oleaje.

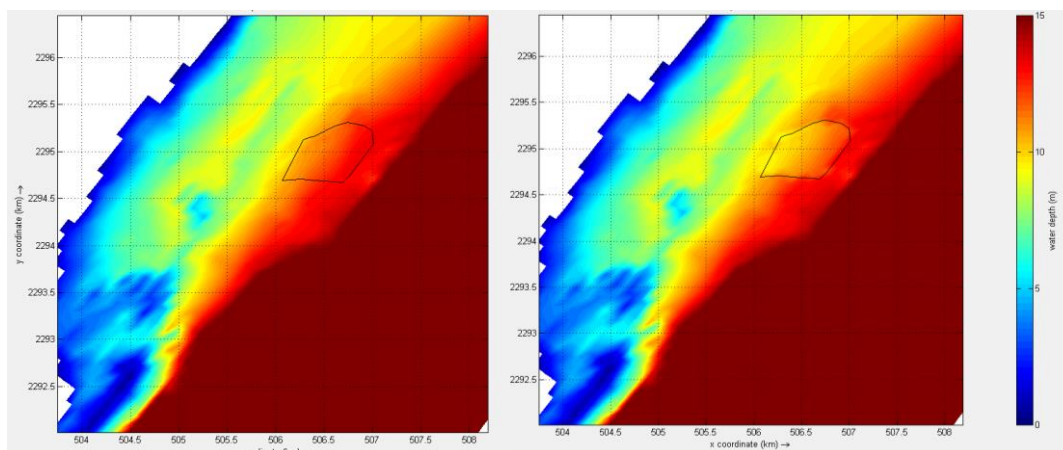


Figura 7. Diferencias entre la batimetría antes (izquierda) y después (derecha) de extraer el banco de arena. En contorno negro se ubica el banco de arena 3A.

Los resultados de modelación no mostraron efectos significantes sobre la propagación del oleaje debido a la extracción de la arena del banco A3. Si bien es cierto que la ola al pasar por el banco de arena extraído, no disipa el 2% de la energía que debería, la diferencia de altura de ola que llega a las costas considerando o no la extracción del banco de arena es del 1%.

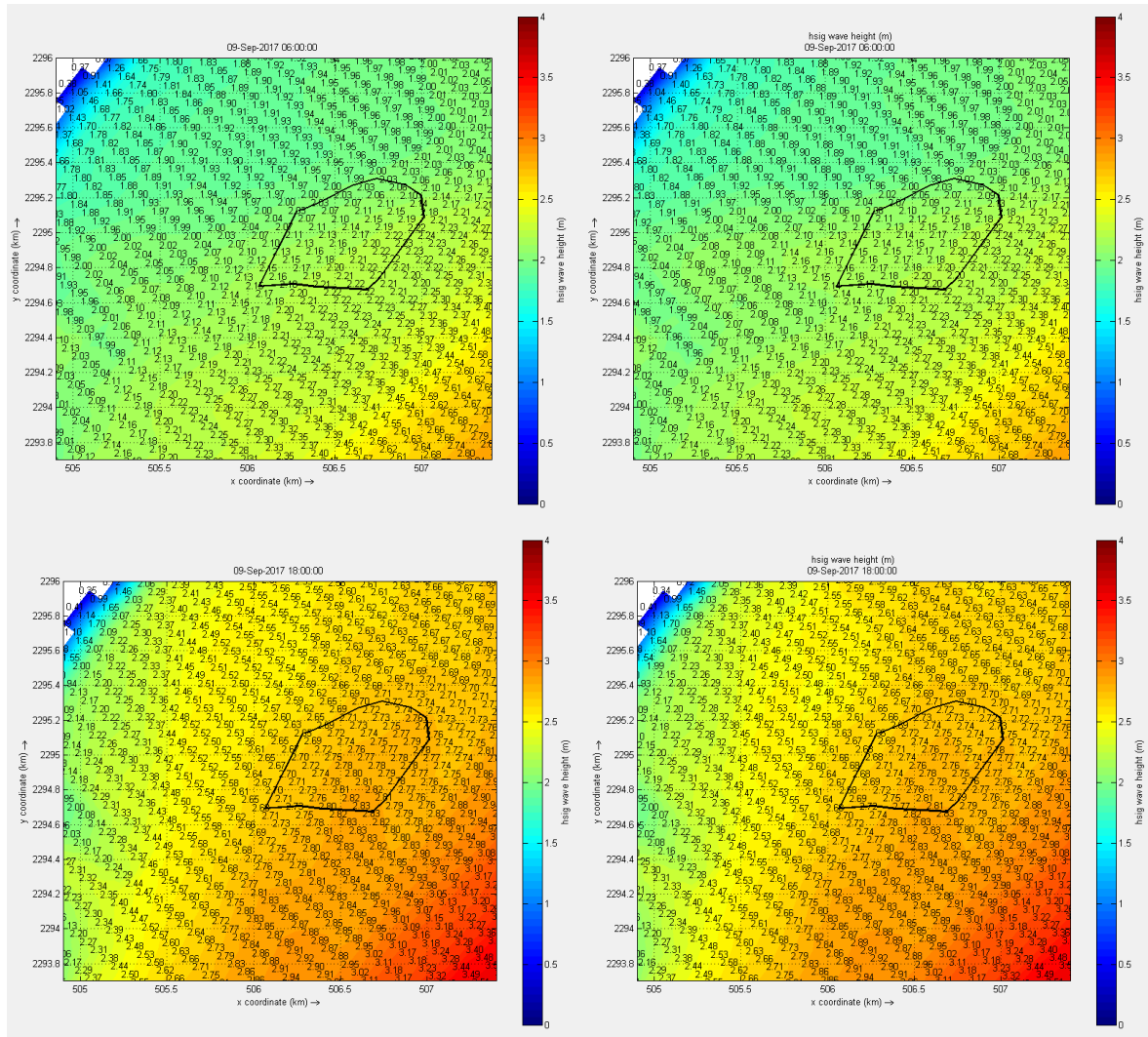


Figura 8. Diferencias entre altura de ola antes (izquierda) y después (derecha) de extraer el banco de arena en condiciones de norte (superior) y suradas (inferior). En contorno negro se ubica el banco de arena 3A.

Además de estos resultados, la extracción de la arena del banco 3A no representa riesgo de erosión en las playas circundantes debido a que representa una zona de acumulación que se ha formado con el paso del tiempo, y depende de muchas variables de la dinámica costera y de la profundidad del banco. La arena localizada en el banco 3A no forma parte del sistema ni al flujo de sedimentos que se encuentra en la costa y en aguas someras.

Los sedimentos encontrados en los bancos en aguas medianamente profundas como el caso del Banco 3A fueron extraídos por alguna tormenta estacional o huracán de las playas en algún momento en el tiempo debido a las marejadas, resaca y oleaje extraordinario sin embargo estos sedimentos ya no regresan en grandes cantidades a las costas de manera natural.

La arena de los bancos proviene del arrecife y también llega desde la costa cuando el oleaje de tormenta la mueve hasta una profundidad en la que ya no es afectada por el

oleaje y ya no puede regresar a partes más someras, eventualmente nueva arena llegará a este banco, sin embargo es muy difícil calcular la tasa de recuperación.

Los bancos de arena explotados para los proyectos de recuperación costera de la zona tienen un tiempo de recuperación o regeneración que es indeterminado, debido a que depende de múltiples variables como tormentas estacionales, huracanes, corrientes típicas y atípicas, oleaje, flujo de sedimentos normal y extraordinario, análisis cuantitativo de sedimentos disponibles en la zona, estructuras antropogénicas e incertidumbre acerca del tiempo de generación natural de arena debido a la degradación, entre otras.

Para llevar a cabo una modelación de sedimentos a esa escala sería necesario hacer estudios de corrientes en sitio en cada una de las temporadas del año, hacer un modelo macro que incluyera zonas grandes, muestreos de sedimentos en sitio, calibraciones constantes hasta por 1 año y consideramos que los resultados obtenidos tendrían inevitablemente una incertidumbre alta debido a las variables mencionadas.

- *Agua (áreas de arrecifes artificiales, relleno de playa, protecciones modificadas y banco de arena)*

Para este factor se identificó un impacto adverso que se calificó como no significativo, que está relacionado con los cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos. Este impacto se consideró como directo, sinérgico, con efecto a corto plazo, reversible, temporal y recuperable.

Durante el uso de embarcaciones para la construcción de los arrecifes artificiales, se espera que se generen sedimentos derivados del funcionamiento de las mismas, sin embargo, la dispersión se considera mínima y ocurre de manera normal en el sistema ambiental regional ya que siempre hay flujo de embarcaciones.

En el proyecto se pretende realizar la extracción de arena de un banco marino empleando una draga con tolva, su traslado y bombeo mediante una tubería para el relleno de playa.

Debido a que el área de depósito de la arena se encuentra alrededor de 12.60 km del banco donde será extraída, se requiere de una draga con tolva. La draga se colocará sobre el banco de arena, se despliega el tubo de succión sobre el fondo y se enciende la bomba de succión para iniciar la extracción. La draga continua navegando sobre el banco lentamente mientras aspira el material mezclado con agua. Durante esta operación de succión se generará turbidez en el agua debido a la presencia de sedimentos en suspensión los cuales al moverse con la corriente serán detenidos por la malla geotextil que se colocará previamente.

La mezcla de agua y arena entra en la tolva, donde será contenida hasta realizar la conexión con la tubería de bombeo. Durante el proceso de succión es muy difícil que ocurra un derrame de arena ya que el tubo de succión es rígido y no existe ninguna tubería flexible o vulnerable. Sin embargo, se colocarán las mallas antidispersión al norte de la zona de extracción, ya que la corriente se dirige al norte y es hacia donde podrían

viajar los sedimentos en suspensión debido a la succión. La cortina antidispersión se colocará en forma de media luna para contener los sedimentos en suspensión.

En esta zona se calculó una pluma de dispersión máxima de 140.56 m de ancho total, sin embargo, malla antidispersión se colocará lo más próximo al punto de succión para que no llegue al perímetro máximo estimado de esta. Cabe señalar que la pluma de dispersión generada se encuentra a una distancia de 821 m del parche más cercano de estructura coralina.

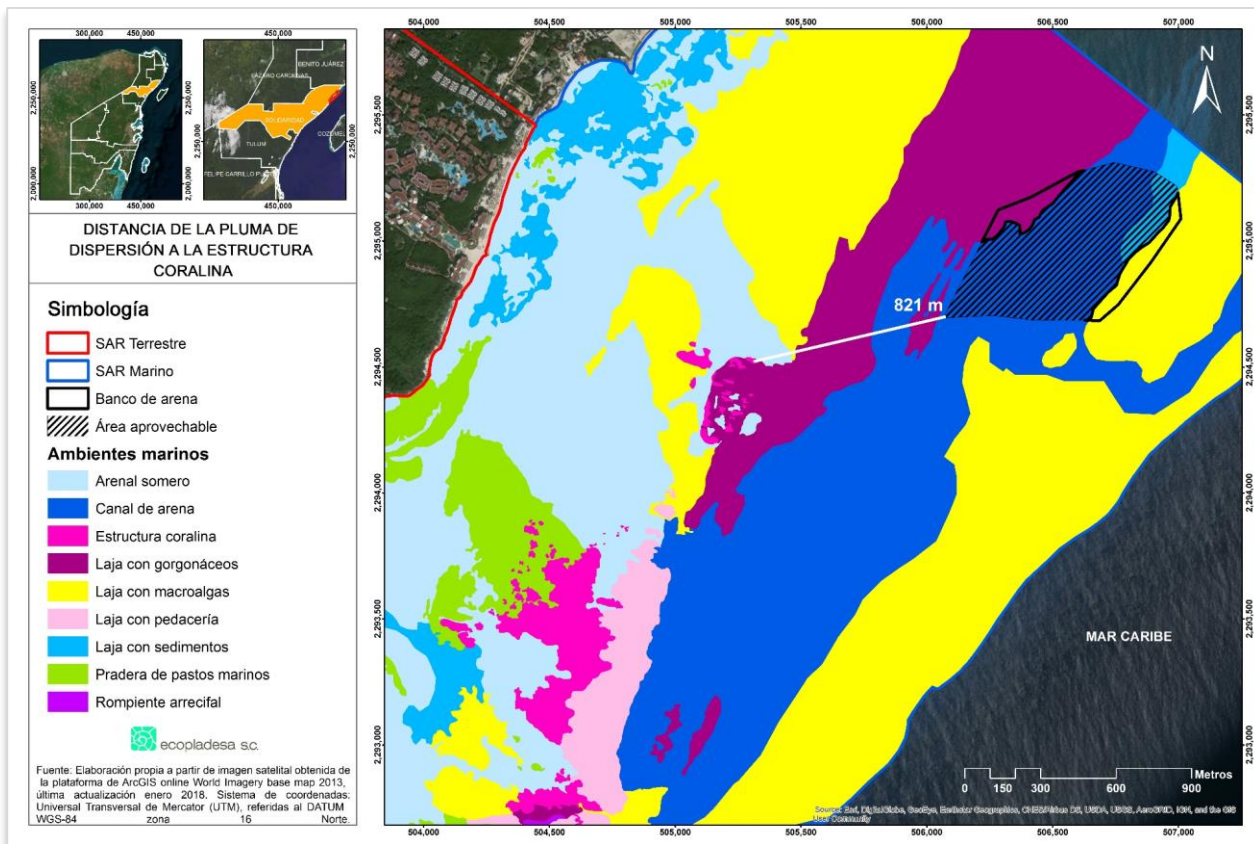


Figura 9. Pluma de dispersión con malla en el área del banco de arena, respecto de los parches de estructura coralina.

Al llegar al área de maniobras, la draga se anclará y se realizarán maniobras de acople que consisten en unir la salida del tubo de bombeo de la draga con la tubería flotante. Una vez conectados los tubos, se succionará la mezcla de arena y agua que se encuentra en la tolva, para ser enviada por el tubo transportador hasta la costa.

Una vez asegurada la conexión se hace contacto con el personal de tierra para asegurarse que las conexiones están seguras y la salida de la tubería está lista y libre, para arrojar la mezcla de agua y arena. Una vez asegurada la tubería, se enciende el motor de la bomba y se inicia el vertimiento de la arena a la playa. En esta etapa el área de acoplamiento y bombeo no generará turbidez ni derrame de sedimentos exceptuando por pequeñas cantidades cuyo cálculo es despreciable, ya que se trata solo de pequeñas cantidades de arena pegadas a la tubería de salida que caerán al agua al conectarse con la tubería de transporte.

En esta operación se colocará malla geotextil alrededor del área de acople y maniobras básicamente entre la draga y la dirección de la corriente, para evitar que en caso de existir una fuga de sedimentos importante por ruptura de una manguera o falla de un acoplamiento estos no viajen hacia ningún lado, simplemente sean contenidos y caigan al fondo marino. En la zona de conexión de la tubería para el bombeo de la arena se calculó una pluma de dispersión máxima de 188.24 m de ancho total, sin embargo, la malla antidispersión se colocará lo más próximo al punto de succión para que no llegue al perímetro máximo estimado de esta. Cabe señalar que la pluma de dispersión generada se encuentra a una distancia de 467 m del parche más cercano de estructura coralina y de 429 m de la pluma máxima de dispersión.

En la playa por otra parte la mezcla saldrá con mucha fuerza y generará turbulencia y turbidez, por lo que también se colocará malla geotextil cerca de la costa formando una media luna para contener los sedimentos y evitar que se desplacen hacia afuera, estas mallas tendrán una dimensión de 20 m de largo cada una y se extenderán hacia el fondo de acuerdo a la profundidad presente en cada punto. En esta, se calculó una pluma de dispersión máxima en el punto de descarga en la playa de 7.65 m, sin embargo, la malla antidispersión se colocará lo más próximo al punto de succión para que no llegue al perímetro máximo estimado de esta. Cabe señalar que la pluma de dispersión generada se encuentra a una distancia de 505 m del parche más cercano de estructura coralina.

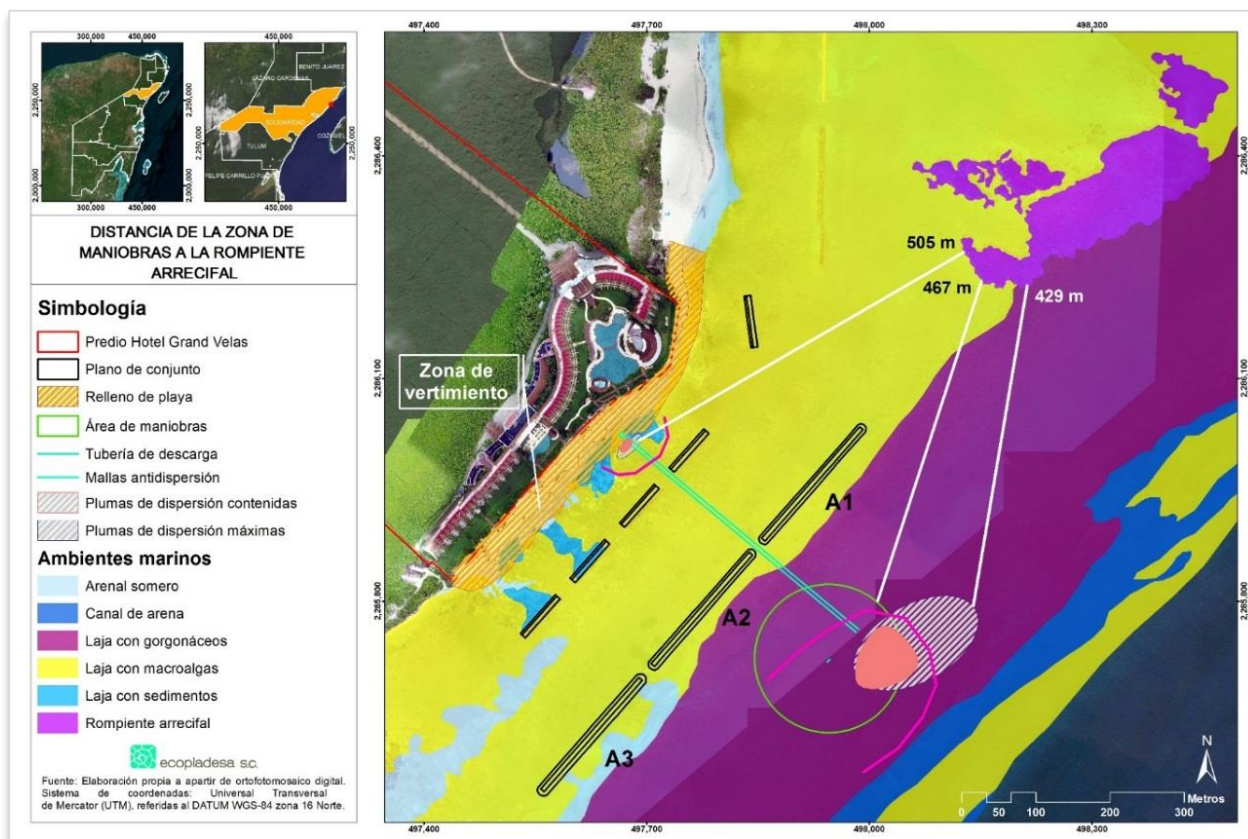


Figura 10. Plumras de dispersión con y sin malla. Obsérvese su distancia respecto del parche de rompiente arrecifal existente en el área de influencia indirecta del proyecto

De acuerdo con lo señalado, durante las actividades de extracción de arena y su bombeo en la playa, se pueden suspender los sedimentos en la columna de agua y pueden viajar grandes distancias, afectando los ecosistemas marinos, por lo que para contener y controlar la dispersión de finos y sedimentos en el cuerpo de agua, se instalarán mallas anti dispersión de sedimentos en todos los sitios que se requieran. La malla anti dispersión disminuye en gran medida el paso de estos finos en suspensión, permitiendo que se puedan precipitar al fondo marino sin interrumpir el flujo de las corrientes marinas.

Como se mencionó, se calcularon las plumas de dispersión máximas que se podrían generar sin el uso de las mallas antidispersión, en la zona del banco de arena la pluma llegaría hasta los 140.56 m de ancho total, en la zona de conexión de la tubería para el bombeo de la arena alcanzaría los 188.24 m y en el punto de descarga en la playa sería de 7.65 m.

Sin embargo, con el uso de las mallas antidispersión los sedimentos serán contenidos a una distancia menor a la pluma máxima de dispersión estimada, para evitar que los sedimentos viajen hacia otras zonas aledañas dentro del sistema ambiental y afecten los ecosistemas. En las figuras anteriores, se evidenció que las plumas de dispersión son bastantes cortas y quedan lejos del único parche de rompiente arrecifal que se ubica al norte de la zona de influencia indirecta frente a Mayakoba.

De acuerdo con lo anterior, no se prevén afectaciones a los ecosistemas marinos por esta causa.

En la etapa operativa, derivado de las actividades de monitoreo, se podría determinar que se requiere arena para la playa, por lo que se llevarán a cabo las actividades de extracción de arena del banco, su traslado y el bombeo de arena a la playa, los cuales se realizarán conforme a lo descrito, y siguiendo las medidas para la contención de sedimentos, por lo que tampoco se prevén afectaciones a los ecosistemas marinos.

- *Vegetación marina (área de desplante de arrecifes artificiales, protecciones modificadas y relleno de playa).*

Para este factor se identificó un impacto adverso relativo a los cambios en la cobertura de macroalgas, el cual se calificó como despreciable. Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a mediano plazo, reversible a mediano plazo, temporal y recuperable.

De acuerdo con la caracterización marina del SAR se registraron 9 tipos de ambientes: Arenal somero, pradera de pastos marinos, Rompiente arrecifal, estructura coralina, laja con sedimentos, laja con pedacería, laja con gorgonáceos, Laja con macroalgas y canal de arena.

El ambiente que se nombró Laja con macroalgas es el más extendido dentro del SAR, abarca una superficie de 995.33 ha (41.15%) del SAR y se extiende desde áreas someras hasta las partes más profundas del arrecife por todas las secciones. El sustrato está formado por una laja sin relieve en donde la comunidad bentónica dominante son las macroalgas, con una cobertura que va del 40 al 80%; la composición de especies varía,

pero son abundantes las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como las de los géneros *Rhipocephalus*, *Penicillus*, *Halimeda* y *Avrainvillea*; y las cafées del género *Dictyota*, y en algunos sitios abunda el alga roja *Dasya ocellata*. De este modo los corales son escasos, en la mayoría de los sitios no sobrepasa el 1% de cobertura; al igual que los gorgonáceos que son muy poco frecuentes. La profundidad para este tipo de ambiente va de 1 a 20 m.

El SAR del proyecto se dividió en 4 secciones, de las cuales el área de influencia indirecta del proyecto forma parte de la sección 1, donde el tipo de ambientes es baja y presenta muy poca complejidad de la estructura del arrecife. La Laguna Arrecifal consta de una planicie somera que inicia pegada a la línea de costa, compuesta en su mayoría por un ambiente de Laja con macroalgas, con algunos parches en forma de franjas angostas de arenal somero.

El área donde se desplantarán las obras del proyecto posee laja con macroalgas somero, caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*.



Figura 11. Vista de las condiciones biológicas de las áreas donde se propone colocar los arrecifes artificiales del proyecto.

En las zonas de laja con sedimento, el sedimento acumulado es de arena fina, y se encuentran algunas algas creciendo sobre el sustrato, y no se encuentra otro tipo de biota marina.

En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero. De acuerdo con lo anterior, se aprovechará una superficie de 2.22 ha, que representan 0.09 % del SAR marino. El área que se aprovechará de laja con macroalgas (1.41 Ha) representa el 0.14 % de la superficie cubierta de laja con macroalgas (1,016 Ha) del SAR marino, por lo que el impacto sobre la vegetación acuática será mínimo.

El impacto sobre la cobertura de macroalgas será temporal, ya que una vez que se establezcan los arrecifes artificiales, estos podrán ser colonizados por las algas en un mediano plazo.

Por otra parte, las protecciones existentes han generado un hábitat artificial en donde reside biota marina, tanto sésil como móvil. Se encuentran instaladas sobre un ambiente de laja con algas a una profundidad de 1.3 m, y sobresalen del nivel de la superficie del mar. La mayor cobertura de los bolsacretos está dada por macroalgas, sobre todo en la parte superficial, principalmente por algas verdes carnosas de la especie *Laurencia papillosa*, y el alga café *Padina* sp.

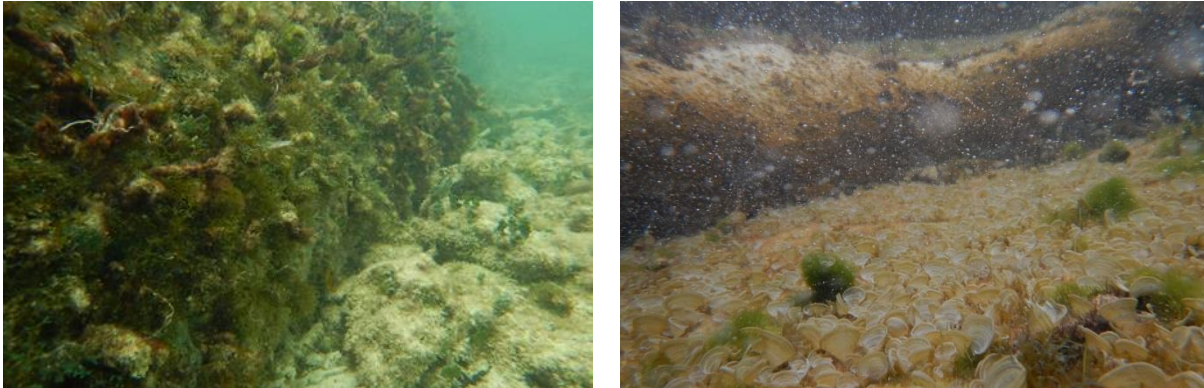


Figura 12. Especies de macroalgas presentes en las estructuras de protección costera existentes. Algas cafés del género *Dictyota* en asociación con algas verdes del género *Halimeda* (izq) y la asociación de algas dominante en el Sotavento del alga café del género *Padina* con el alga verde del género *Derbesia* (der).

Cuando se realice la modificación de estas protecciones, será retirada la capa de geotextil donde crecen las algas, ya que la cama de la corona se desplazará hacia el frente, y las camas del centro serán demolidas para utilizarse para el núcleo de los arrecifes artificiales, reduciendo con ello la cobertura de algas que los habían colonizado.

Sin embargo, una vez que se modifiquen las protecciones existentes, estas podrán ser colonizadas por las algas nuevamente en un mediano plazo. De acuerdo con lo señalado, los arrecifes artificiales y las protecciones ya modificadas podrán ser utilizados nuevamente como hábitats para las algas que se desarrollan en el área.

Asimismo, el área de relleno de playa que quede cubierta por el agua será colonizada por las algas nuevamente en un mediano plazo.

- Fauna marina (área de desplante de los arrecifes artificiales, la modificación de las protecciones existentes, el relleno de playa y en el área de extracción del banco de arena)

Para este factor se definieron cinco impactos, de los cuales tres son adversos y están relacionados con los cambios en la abundancia de organismos bentónicos, de corales y de ejemplares de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se calificaron como despreciables. También se identificaron dos impactos positivos relacionados con la creación de sitios potenciales para la colonización de fauna marina y el aumento de la diversidad abundancia del área por el trasplante de corales que se calificaron como no significativos.

El Sistema Ambiental Regional que se determinó para el proyecto de Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas presenta en su parte marina un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada.

En la Sección 1 donde se ubicará el proyecto, corresponde a un arrecife con muy poco desarrollo, siendo la sección con menor complejidad estructural dentro del SAR. La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados. En la parte profunda persiste la misma situación que en todo el SAR, debido a la ausencia de un arrecife frontal con sistema de macizos y canales, de modo que solamente se encuentran algunos parches de Gorgonáceos, que en algunos sitios forma un escalón al inicio de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina.

Las características del ambiente y tipo de sustrato que existe en las áreas donde se pretende colocar los arrecifes artificiales son muy similares entre sí, siendo una laja plana, con muy poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son las algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*. A lo largo de los recorridos se observaron algunas colonias dispersas de corales escleractinios, principalmente de tamaños pequeños, así como la presencia de algunos invertebrados y peces.



Figura 13. Tipo de ambiente en las áreas propuestas para instalar las estructuras de protección costera.

Los impactos relacionados con los cambios en la abundancia de organismos bentónicos (esponjas, erizos, corales duros (escleractinios), corales blandos (gorgonáceos) y crustáceos) se consideraron como directos, simples, con efecto a mediano plazo, reversibles a corto plazo, ocurren de manera ocasional y son recuperables.

Estos impactos ocurrirán durante las actividades de construcción de los arrecifes artificiales, la modificación de las protecciones existentes, el relleno de playa y en el área de extracción del banco de arena en la sección marina, ya que en las zonas de desplante se registraron algunos organismos bentónicos como esponjas, corales duros

(escleractinios), corales blandos (gorgonáceos), erizos y crustáceos, los cuales están fijos al fondo marino, o bien, que se pueden encontrar enterrados bajo la arena. Sin embargo, se registraron pocas colonias de corales y escasos organismos bentónicos como esponjas, erizos y crustáceos. Además de que de manera previa a las actividades propuestas, se contempla realizar el rescate de los organismos que se registren en las áreas de aprovechamiento y su reubicación en las zonas de conservación.

Los organismos más abundantes registrados en las áreas donde se construirán los arrecifes artificiales son los gorgonáceos, encontrando un total de 11 especies, seguida de 3 especies de erizos, una especie de esponja y una de crustáceo. La abundancia de estos organismos es escasa, ya que se registraron pocos individuos durante los recorridos.

En relación a los corales, los corales escleractinios que existen en el área donde se pretende colocar los arrecifes artificiales son escasos. La presencia de corales escleractinios como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal es en términos generales baja, sobre todo en las secciones I y II, debido a las condiciones ambientales que prevalecen en la zona de alta sedimentación en las áreas de la Laguna arrecifal, y a la descarga de agua provenientes de tierra como son los ojos de agua y los ríos que desembocan al mar como en el caso del área de Tres Ríos.

En el área que será ocupada por los arrecifes artificiales, se registraron especies de corales duros como *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea*, entre otras, las cuales tuvieron marcada dominancia en el SAR del proyecto, estas especies son consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), además de tener un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal.

En las protecciones existentes se encontraron algunas colonias de coral de tamaño pequeño y forma incrustante de los géneros *Porites* y *Siderastrea*; *Millepora complanata* así como algunas esponjas, gorgonáceos y otros invertebrados móviles como erizos que se refugian entre los recovecos que se forma entre los sacos.

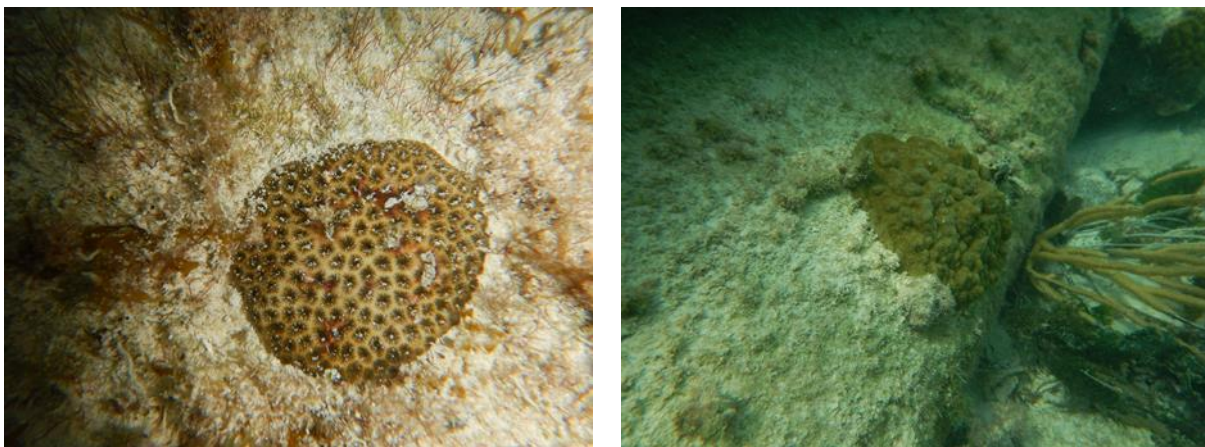


Figura 14. Especies de corales presentes en las estructuras de protección costera existentes. Coral escleractinio *Siderastrea siderea* (izquierda) y *Porites astreoides* (derecha).

De esta manera, las especies registradas son escasas en cuanto abundancia y las que dominan no tienen importancia ecológica, por lo que el impacto que se producirá no es significativo, además que se contempla llevar a cabo su rescate y reubicación dentro de las zonas de conservación del SAR.

De manera previa a las actividades del proyecto, se realizará el rescate de los ejemplares que se registren en las áreas de desplante y se ubicarán en las zonas de conservación dentro del mismo SAR, por lo que se modificará su abundancia en el área, sin embargo, una vez que estén instalados los arrecifes artificiales y las protecciones modificadas, estas serán colonizadas por la flora y fauna marina, por lo que se incrementará la abundancia de las especies que las ocupen.

En el canal de arena y en la laja de sedimentos del banco marino, donde se pretenden realizar las actividades de extracción, el sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. Asimismo, se caracteriza por una presencia prácticamente nula de biota marina conspicua, solo se registraron algunos peces, un crustáceo y varios ejemplares de galletas de mar de los géneros *Meoma* y *Mellita*. En cuanto a la infauna, organismos que viven entre la arena, se registró un total de 27 especies, siendo el grupo de los moluscos el más representado. En este sentido se considera que la extracción del material en este sitio ocasionaría una afectación mínima a la biota residente.

Sin embargo, de manera previa a las actividades de extracción, se llevarán a cabo recorridos para detectar la presencia de organismos bentónicos, y en su caso realizar su rescate y reubicación en las zonas de conservación dentro del mismo SAR. Las actividades de rescate y reubicación se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora y Fauna Marina que se anexa a la presente.

En cuanto a las especies bajo protección, en la zona marina del SAR se registraron cuatro especies como son *Acropora palmata* (coral cuerno de alce), *Acropora cervicornis* (coral de cuerno de venado) y *Plexaurella homomalla* (abanico de mar) y *Plexaurella dichotoma* (coral blando), que están enlistadas como sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En las áreas donde se desplantarán los arrecifes artificiales sólo se registraron las especies *Plexaurella homomalla* (abanico de mar) y *Plexaurella dichotoma* (coral blando), con una abundancia rara, ya que solo se registró un ejemplar de cada especie.

En relación con estas especies, también cambiará su abundancia en el área que será ocupada por los arrecifes artificiales, ya que serán rescatadas y reubicadas dentro de las zonas de conservación del SAR, siendo un impacto despreciable por lo que representa.

Además, los arrecifes artificiales servirán como un sustrato disponible para la fijación de larvas de coral de esta especie; por lo que se espera que en el mediano y largo plazo la especie tenga una mayor presencia en la zona al incrementar su cobertura y rango de distribución dentro del sistema ambiental.

Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia indirecta e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre las poblaciones de las especies *Plexaura homomalla* y *Plexaurella dichotoma*.

Tampoco se prevé afectaciones de las comunidades arrecifales del área de influencia indirecta ni del SAR. La comunidad arrecifal más cercana al área de desplante de los arrecifes artificiales y de las protecciones modificadas es el parche de rompiente arrecifal del área de influencia indirecta del proyecto, el cual se ubica a una distancia de 250.0 m del arrecife artificial A1 y a 304 m de la protección modificada más cercana.

Durante las actividades de construcción de los arrecifes artificiales, las embarcaciones transportarán los cubos ranurados hacia el área de desplante de los arrecifes, lo cual no implica ninguna afectación sobre las comunidades arrecifales ya que estas navegarán por la zona del cantil, donde se registran profundidades de 24 a 32 m y posteriormente llegarán a la zona del proyecto sin pasar por el parche de rompiente arrecifal, por lo que no se considera ningún impacto por esta causa.

Las actividades de extracción de arena se llevarán a cabo con una draga que extraerá la arena de un banco marino en las zonas del canal de arena y arenal somero, y donde no hay comunidad arrecifal cercana. La más próxima corresponde a un parche pequeño de estructura coralina a una distancia de 821 m respecto de la pluma de dispersión máxima estimada del punto de succión de la arena. Sin embargo, la malla antidispersión se colocará lo más próximo al punto de succión para que no llegue al perímetro máximo estimado de esta.

Posteriormente la draga navegará por la zona del cantil donde se alcanzan profundidades de 24 a 32 m, llegando a la zona de maniobras donde se conectará con la tubería flotante, que bombeará la arena a la playa. De acuerdo con lo anterior, la ruta de transporte de la draga no pasa sobre comunidades arrecifales y la tubería que se utilizará para el bombeo de arena será flotante y tampoco queda sobre zonas arrecifales, por lo que no se afectarán dichas zonas.

Asimismo, en caso de que haya dispersión de sedimentos en el área de acople de la draga y la tubería de bombeo, estos serán contenidos con las mallas antidispersión, por lo que no se prevé que se trasladen al parche de rompiente arrecifal más cercano que se ubica a una distancia de 429.0 m de la pluma de dispersión estimada.

En el área de vertido de arena de playa, también se prevé que se genere una pluma de dispersión de sedimentos ya que la arena saldrá con mucha fuerza de la tubería de bombeo, sin embargo, la pluma de dispersión que se genere también será contenida con las mallas antidispersión, por lo que no se prevé que se trasladen al parche de rompiente arrecifal más cercano que se ubica a una distancia de 505.0 m de la pluma de dispersión estimada.

El parche de rompiente arrecifal más cercano a las obras representa una mínima porción de la comunidad arrecifal que se identificó en el SAR y presenta una zonificación incipiente y poco compleja, comparado con las identificadas en las secciones III y IV del SAR. De tal forma que al instalar el arrecife A1 de Grand Velas a 250 m de dicho parche

y con la implementación de las medidas necesarias, se evitarán afectaciones directas o indirectas hacia él. Las plumas máximas de dispersión son mucho menores a las distancias del punto de succión a los parches de corales.

Por otra parte, en cuanto al impacto relativo a la creación de sitios potenciales para la colonización de fauna marina se consideró como directo, acumulativo, sinérgico, irregular y permanente.

Cuando se termine la construcción de los arrecifes artificiales y de las protecciones modificadas, estos serán colonizados por la flora y fauna marina en un mediano plazo, por lo que se proveerán sitios para la colonización de la fauna, que albergarán mayor abundancia y diversidad de especies ya que se contempla el trasplante de corales.

Los arrecifes artificiales generarán un nuevo tipo de hábitat, con mayor heterogeneidad, que permitirá la recuperación paulatina de la diversidad y abundancia de la biota marina en los sitios afectados.

El aumento de la diversidad y abundancia por el trasplante de corales en los arrecifes artificiales, se consideró como directo, acumulativo, sinérgico, reiterativo y permanente.

A nivel del SAR hay una marcada dominancia de especies de coral de la especie *Porites astreoides*, seguida de la especie *Siderastrea siderea* en algunos sitios, y de *Agaricia tenuifolia* en otros, las cuales son consideradas pioneras o ruderales en los procesos de sucesión biológica (*sensu* Grime y Pierce 2012), además de tener un reducido aporte a la acreción arrecifal y un papel ecológico poco relevante en los procesos biogénicos de la construcción arrecifal. En cambio, aquellas especies consideradas como las principales constructoras arrecifales, como son las del género *Acropora* en las partes someras y *Orbicella annularis* en las intermedias y profundas, son muy escasas en toda el área de estudio, a pesar de que en muchos de los sitios se observan los esqueletos de estas especies.

Esta situación alerta sobre la necesidad de restablecer los procesos funcionales del arrecife, con la intención de contar en el tiempo ecológico con la formación de hábitat y refugios que propician una mayor heterogeneidad ambiental y una mayor diversidad de especies; así como con la acreción de la estructura calcárea del arrecife y su permanencia como ambiente de depósito en el tiempo geológico.

Recientemente, la aplicación de programas de restauración para siembra de corales es una alternativa que cada vez más se está empleando como medida de manejo en diversos arrecifes, y que empieza a tener resultados alentadores. Entre estos se puede citar los esfuerzos de Oceanus, A. C. que ha instalado viveros marinos para producir colonias de *Acropora palmata* por propagación clonal, trasplantando cerca de 8,000 colonias en 6 áreas protegidas desde 2007; y la Unidad Académica de Sistemas Arrecifales Puerto Morelos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, de la UNAM que ha producido cerca de 4,000 reclutas sexuales de 3 especies de coral (*Acropora palmata*, *Orbicella annularis* y *Pseudodiploria labyrinthiformis*) (Healty Reefs, 2015). El Centro Regional de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas Puerto Morelos del INAPESCA (CRIP Puerto Morelos) en colaboración con el Parque Nacional Costa

Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc de la CONANP han trabajado en el establecimiento de viveros marinos y de acuario para producir colonias de 8 especies de coral por progeneración clonal (*Acropora palmata*, *Acropora cervicornis*, *Orbicella annularis*, *Montastraea cavernosa*, *Undaria agaricites*, *Porites porites*, *Dendrogyra cylindricus*, y *Pseudodiploria clivosa*), así como reclutas sexuales de *Acropora palmata*, los cuales se han utilizado para restaurar arrecifes que han sufrido daño por encallamiento, logrando la recuperación de la cobertura coralina en los sitios restaurados por arriba del 14%, con lo que se han recuperado funciones del arrecife como incremento en la biomasa de peces y mayor heterogeneidad ambiental (Padilla Souza, 2016). Por esta razón, y bajo los planteamientos expuestos se propone realizar el trasplante de corales en los arrecifes artificiales.



Figura 15. Se muestra un ejemplo del trasplante de estos organismos en arrecifes artificiales y naturales (Fuente: página web de Oceanus A.C. e Informe de Cumplimiento del proyecto de “Colocación, operación y mantenimiento de hábitats artificiales en arenas de los Parques Nacionales “Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc” e “Isla Contoy” y la zona aledaña “El Meco”).)

Al realizar el trasplante de corales en los arrecifes artificiales que se coloquen, se creará un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica, fomentando el desarrollo del arrecife natural.

Los corales que se utilicen para el trasplante serán obtenidos a través de convenios con instituciones de gobierno que mantienen viveros de coral como el INAPESCA de Puerto Morelos Quintana Roo o con alguna A.C. especializada en ello, por lo que no se obtendrán de las zonas arrecifales. El número y especies a utilizar, y las actividades de

monitoreo se definirán una vez que se establezca el convenio con la Institución que proporcionará los corales.

➤ Procesos.

Para este factor se consideraron cinco impactos positivos relacionados con los cambios del perfil costero, la estabilización de la zona litoral, los cambios en los patrones de sedimentación, la reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático y la modificación de los patrones locales de corrientes, los cuales se consideraron como no significativos.

Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que no son resultado únicamente de la interferencia antropogénica en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, también es consecuencia de factores naturales.

En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas. La empresa GPPA en 2004⁴ y 2006⁵, midió una tasa de erosión y retroceso en la línea de costa del Sistema Ambiental Punta Bete - Punta Maroma de 2.5 a 4.5 m/año en promedio. Sin embargo, a principios de 2016 en el sistema ambiental Xcalacoco – Punta Maroma se ha detectado una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás, al grado de presentarse un adelgazamiento de la playa de varios metros.

En el límite sur del SAR, los procesos de erosión son más evidentes, hecho que ha obligado a particulares a proponer proyectos de recuperación de playa a través de la colocación de diferentes estructuras de protección costera, desde costales, arrecifes artificiales y geotubos.

El proceso de erosión dentro del SAR se puede catalogar como fuerte. En esta área existen por lo menos tres zonas (norte-centro y sur) donde la erosión de la costa ha afectado a la vegetación de duna costera y de manglar, además existen pendientes muy abruptas las cuales han ido aumentando con el paso del tiempo.

De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Beté, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales

⁴ GPPA S. C., 2004. Evaluación del proceso litoral e implicaciones ambientales en el predio Mayakoba, Desarrollo Turístico Tres Ríos y Kanai, y la Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 70 p.

⁵ GPPA S. C., 2006. Caracterización y Diagnóstico Ambiental Unidad Punta Bete-Punta Maroma. Consultores en Gestión Política y Planificación Ambiental S. C. 223 p.



en los últimos 10 años. De esta estimación, en particular en la parte Noreste del predio del proyecto⁶.

El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.

De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en 2017 por Tecnoceano, se determinó que en el análisis comparativo realizado con las líneas de costa del periodo 2009 al 2017, se ha erosionado buena parte del área de playa recuperada. Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante, al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.

Durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena, siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.

En la zona marina del SAR aún no se implementan los proyectos de recuperación de playa que se han autorizado, solo el Desarrollo Turístico Mayakoba ha realizado el relleno de playa y la colocación de arrecifes artificiales temporales, y no se han detectado efectos negativos en el sistema ambiental regional por esta causa.

En el frente de playa del desarrollo Grand Velas el sedimento es escaso porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio. Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.

En el proyecto se contempla realizar el relleno de playa en una superficie de 22,053.93m². Derivado de lo anterior, se pretende recuperar la playa que se ha perdido mediante su relleno, generando una playa de 25.0 m de ancho a partir de la línea cero actual, lo cual es un impacto positivo para el proyecto.

El impacto relativo a los cambios del perfil costero se consideró como directo, acumulativo, simple, con efecto a corto plazo, reiterativo y permanente.

⁶ Odériz, I.; Mendoza, E.; Leo, C.; Santoyo, G.; Silva, R.; Martínez, R.; Grey E., and López, R., 2014. An alternative solution to erosion problems at Punta Bete-Punta Maroma, Quintana Roo, Mexico: Conciliating tourism and nature.

Este impacto está relacionado con las actividades de relleno de playa ya que cuando se lleven a cabo, se modificará el perfil costero. La inyección de arena al sistema aunado a la construcción de los arrecifes artificiales provocará un ensanchamiento de la playa.

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales. Cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al norte, y cuando el oleaje se presente del Este, cada saliente se alineará con el centro de cada arrecife.

Lo señalado se da como resultado, ya que se trata de una costa dinámica donde habrá movimientos de arena a lo largo de la misma con acumulaciones en ciertos puntos por el movimiento generado por oleaje del sureste (surada) y oleaje del Norte (Norte o Frente Frío).

En condiciones de tormentas estacionales fuertes mucha de la arena se moverá y se distribuirá naturalmente hacia los extremos Norte o Sur y también puede depositarse un poco en el fondo frente a la costa.

No se visualiza ningún efecto negativo a los vecinos, al contrario, debido a la inclusión de arena en el sistema, es probable que los predios aledaños resulten beneficiados.

Con respecto al impacto de la estabilización de la zona litoral, se consideró como indirecto, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente.

La estabilización de la zona litoral es, en particular, uno de los impactos positivos más importantes, ya que disminuirá el proceso erosivo natural que impera en el frente de playa del predio del Hotel Grand Velas y Casa Velas. Lo anterior se logrará con la colocación de los arrecifes artificiales, que disminuirán la fuerza del oleaje durante eventos de tormenta y por lo tanto reducirán el proceso erosivo.

La colocación de los arrecifes artificiales, generarán condiciones propicias para la estabilización de la zona litoral en el área del proyecto ya que disminuirán la intensidad del oleaje y el ángulo de incidencia del mismo, reduciendo el transporte de arena de la playa hacia el mar.

Los arrecifes artificiales evitarán que la arena que llega a la playa se regrese al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase por resaca la corriente que regresa el agua de la ola al mar, y que circula por debajo de las nuevas olas). Las estructuras refractarán el oleaje y lo harán menos intenso. Las olas continuarán su camino hacia la costa con un ángulo diferente y chocarán entre sí detrás de cada protección.

Una vez construidos los arrecifes artificiales permanentes se generará una barrera que evitará la pérdida de arena, lo cual estabilizará el ancho de la playa. El ancho de playa podrá variar a lo largo del año, sin embargo la arena solo se moverá hacia el norte o el



sur del área protegida por los arrecifes artificiales, por lo que en términos netos se conservará el ancho de la playa y se mantendrá estable la zona litoral.

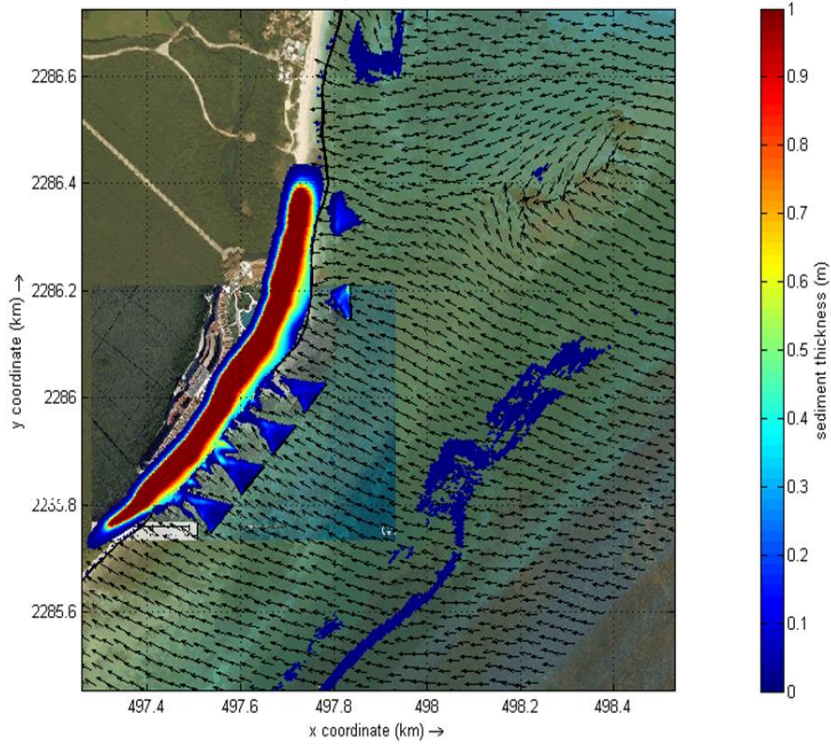
Se espera que la playa sea muy estable en condiciones normales e incluso en condiciones de tormenta estacional. Este impacto también se considera positivo ya que evitará la necesidad de rellenar la playa constantemente para conservarla, eliminando así la probabilidad de afectar al ecosistema. Asimismo, preservará las condiciones de la playa, manteniendo su valor socioeconómico y proporcionando sitios de descanso, reproducción y alimentación a diversas especies de fauna nativa.

En cuanto a la dinámica litoral del SAR no se consideró un impacto negativo pues el proyecto diseñó de manera que, si bien las obras sólo quedan frente al hotel Grand Velas, los predios colindantes no sufrirán afectaciones en sus frentes de playa. Al respecto cabe mencionar que el efecto de las estructuras que se planea construir es local y dada la distancia a la que se encuentran de la playa, y no causarán erosión a los predios vecinos. Adicionalmente, el proyecto incluye un relleno de arena. Este material depositado en la playa frente al Hotel Grand Velas será distribuido, lo cual proveerá de pequeños volúmenes de arena a los vecinos de dichos desarrollos. De modo que cualquier impacto a las zonas vecinas sería positivo.

Los arrecifes propuestos estarán alineados con el arrecife natural y con los arrecifes permanentes del desarrollo Mayakoba (que es el más cercano al proyecto), que de manera conjunta con los demás desarrollos contribuirán a proteger un área mayor de la costa, así como la microcelda litoral y mantener una playa más estable a una escala regional. Las estructuras que se construirán armonizan adecuadamente con los procesos y ciclos naturales que presenta el sistema.

En relación con el impacto relativo a los cambios en los patrones de sedimentación, este se consideró como indirecto, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente.

Los resultados del modelaje mostraron que a pesar del paso de una tormenta extrema, el transporte de sedimentos es ligero y en el momento que llega escapar hacia aguas abiertas queda atrapado entre los arrecifes artificiales evitando que este se aleje de la costa. Es importante entender que la costa es dinámica y por lo tanto siempre tendrá movimiento de arena de dos formas, transversal y longitudinal a la costa. El movimiento de la arena se controlará en cierta forma con la presencia de los arrecifes artificiales ya que por una parte disipan la energía del oleaje promoviendo el depósito de sedimento y por otra evitan que la arena escape reteniéndola de la corriente de resaca (entiéndase por resaca la corriente que regresa el agua de la ola al mar y que circula por debajo de las nuevas olas). Los arrecifes artificiales nunca interrumpen el movimiento del sedimento en su totalidad.



Grosor de la capa de sedimento después de haber modelado diferentes condiciones de oleaje, sin arrecifes artificiales.

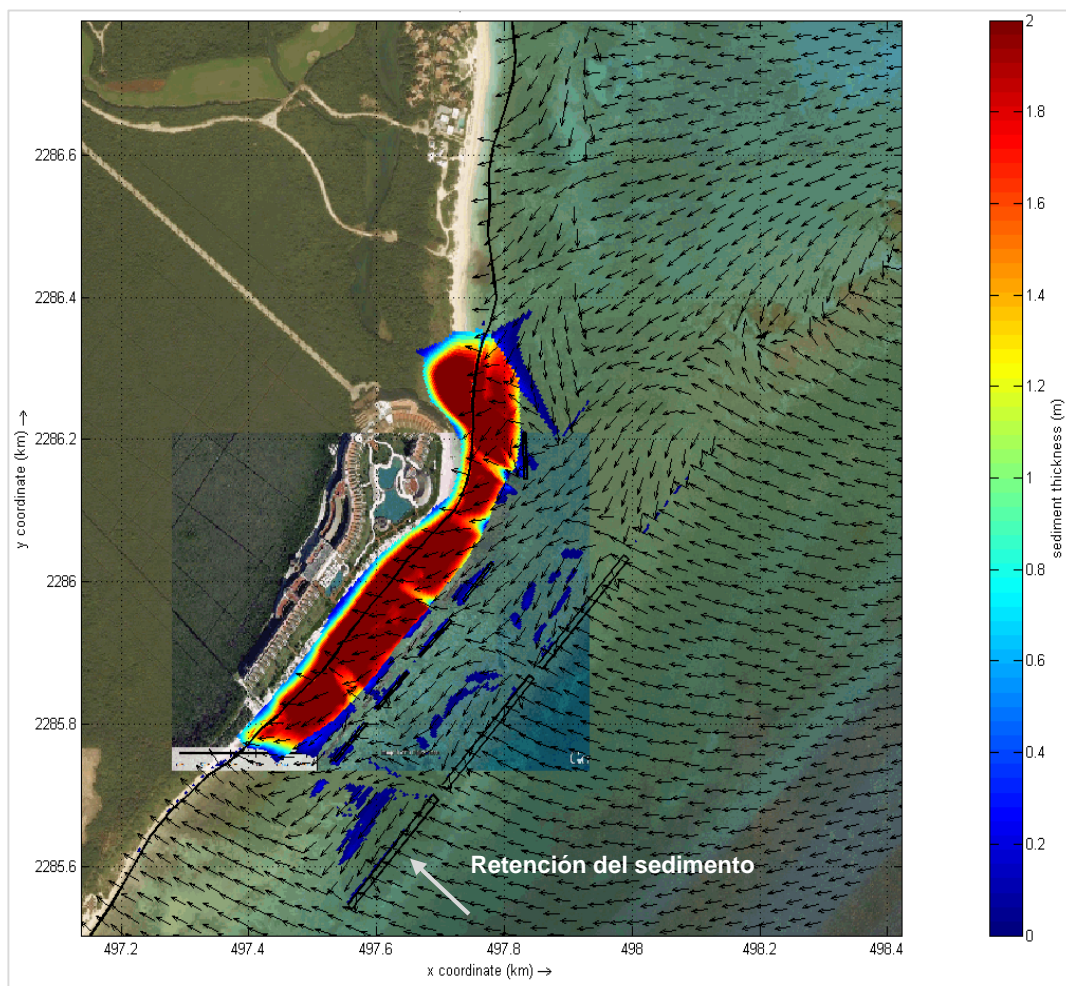
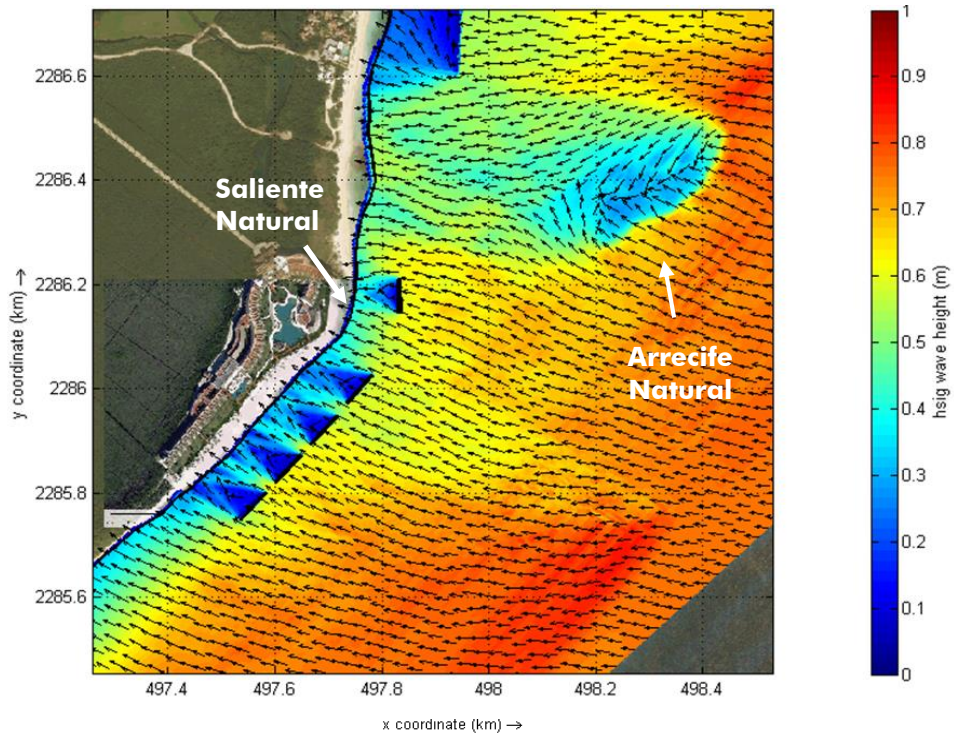


Figura 16. Grosor de la capa de sedimento después de haber modelado diferentes condiciones de oleaje considerando la presencia de los arrecifes artificiales, como puede verse la capa de sedimento permaneció bastante estable.

En relación al impacto relacionado con la reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático, este se consideró como directo, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente.

Al pasar sobre los arrecifes artificiales del nuevo proyecto de protección de playa de Hotel Grand Velas y Casa Velas, el oleaje se disipa y disminuye la altura del oleaje a 0.15 m o menos. Por otra parte, al evaluar el mismo oleaje sin considerar el proyecto de protección costera es decir, considerando la costa actual, el oleaje llegaría de 0.4 m de altura. El proyecto propone un diseño con cubos ranurados colocados de forma aleatoria para generar una trabazón de unos con otros de manera que funcionen de forma monolítica, además de que formen un talud con aristas que ayuden a disipar la energía de la ola y no un muro que refleje la ola, garantizando con ello la meta de disipar la energía del oleaje sin generar impactos negativos.



Altura del oleaje (m) proveniente del Sureste con altura de más de 1 m, sin arrecifes artificiales.

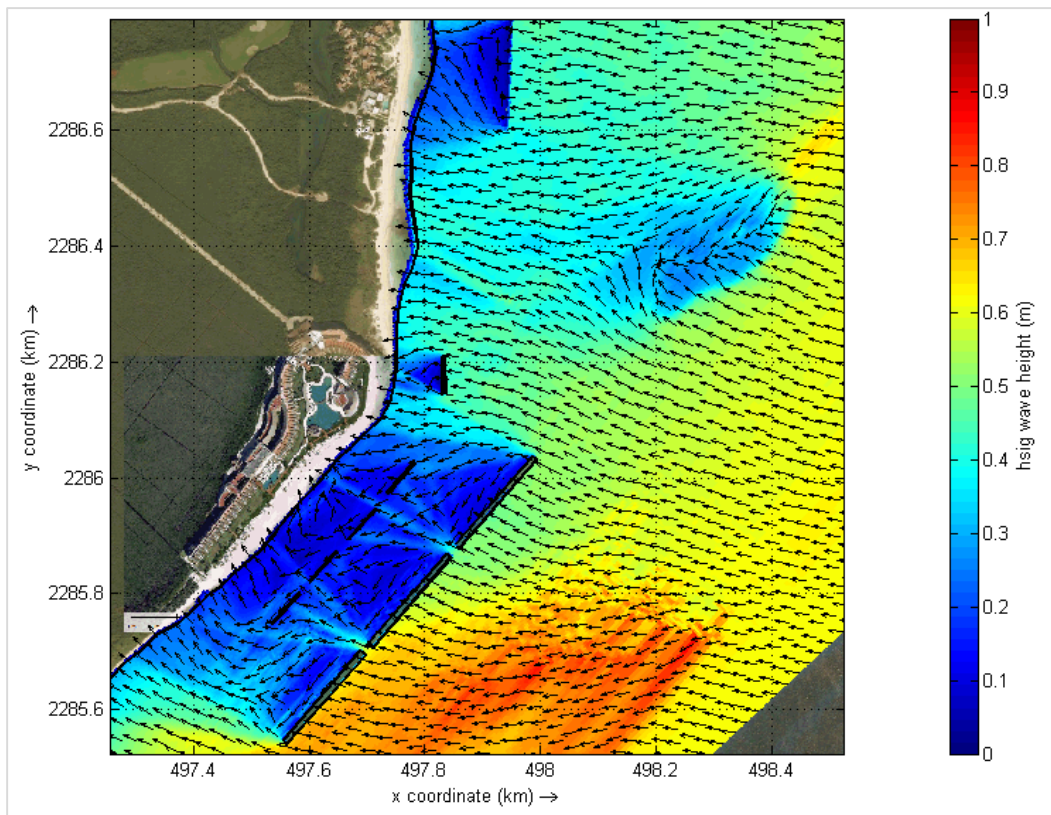


Figura 17. Oleaje (m) proveniente del Sureste con altura de ola de más de 1 m, con arrecifes artificiales

Las actividades que se proponen constituyen una medida de mitigación a los efectos del cambio climático en la zona, ya que al colocar los arrecifes artificiales se pretende reducir la energía del oleaje y así evitar mayor erosión de la costa. Además de que con ellos se preservarán los ecosistemas de duna y manglar, lo que coadyuvará con el mantenimiento de los servicios ambientales que prestan estos.

Los arrecifes pueden ser modificados para ser adaptados de forma relativamente fácil si en algunos años adelante se decide que la protección que ofrecen ya no es suficiente, debido a los efectos del cambio climático.

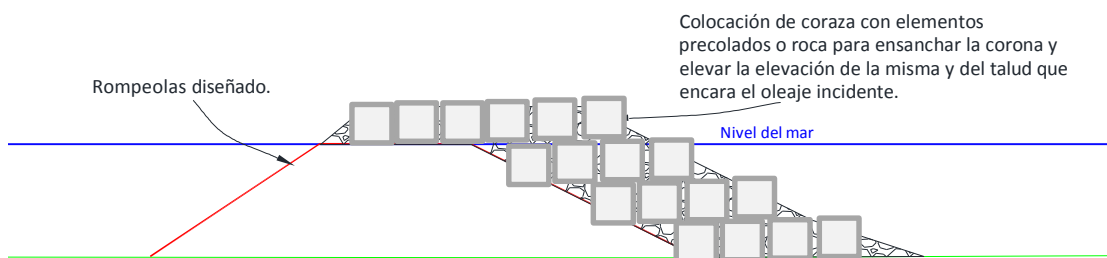


Figura 18. Sección transversal de un Rompeolas a base de bolsacreto con coraza extra para elevar el nivel de corona y robustez de la estructura

En los arrecifes artificiales que se proponen serán trasplantados corales y con el tiempo serán colonizados por plantas y otros animales acuáticos, los cuales en conjunto aumentarán la absorción de carbono, contribuyendo a la adaptación de los efectos del cambio climático.

Cabe señalar que la comunidad biológica descrita en el SAR de peces, corales, plantas, y otros organismos están haciendo la función de absorción de carbono. Asimismo en el SAR las colonias de corales no presentaron problemas de blanqueamiento, de ahí que se puede considerar que las presentes están contribuyendo a mitigar este efecto.

En cuanto al impacto relacionado a la modificación de los patrones locales de corrientes, este se consideró como indirecto, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente.

Se realizó un modelaje de las condiciones de corrientes derivadas de la simulación, donde los elementos que influyen en el movimiento del agua son principalmente la corriente del canal de Yucatán (con intensidad aproximada de 1 m/seg sobre el canal profundo y que adquiere menor intensidad al acercarse a la costa). Los resultados mostraron una corriente similar a los resultados del modelo sin los arrecifes artificiales.

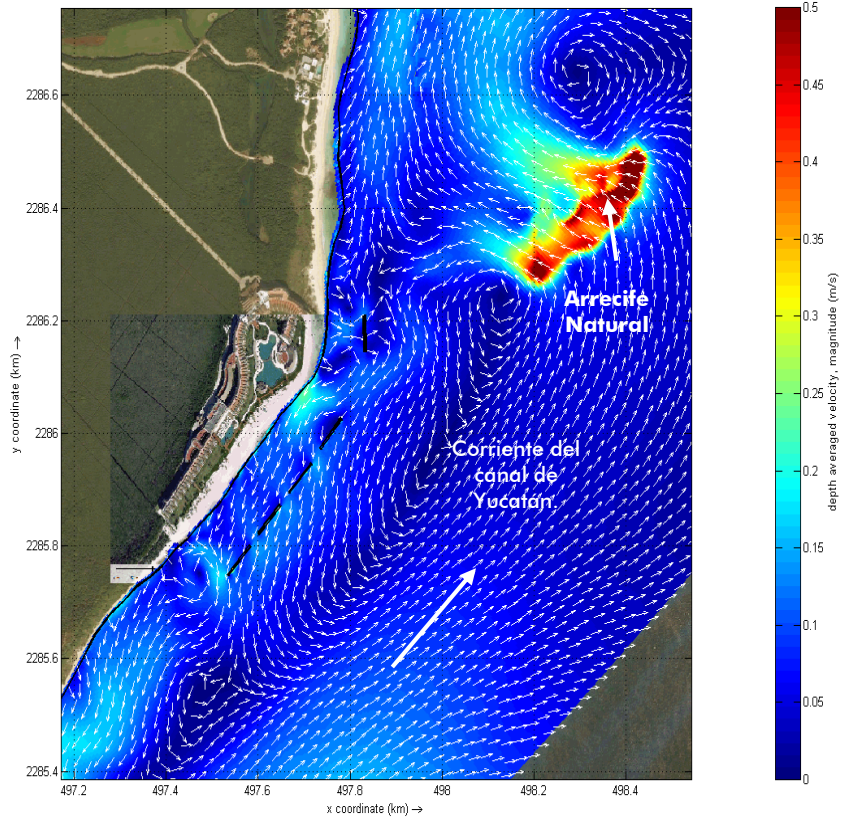


Figura 19. Corriente (m/s) modelada en condiciones de pleamar, sin arrecifes

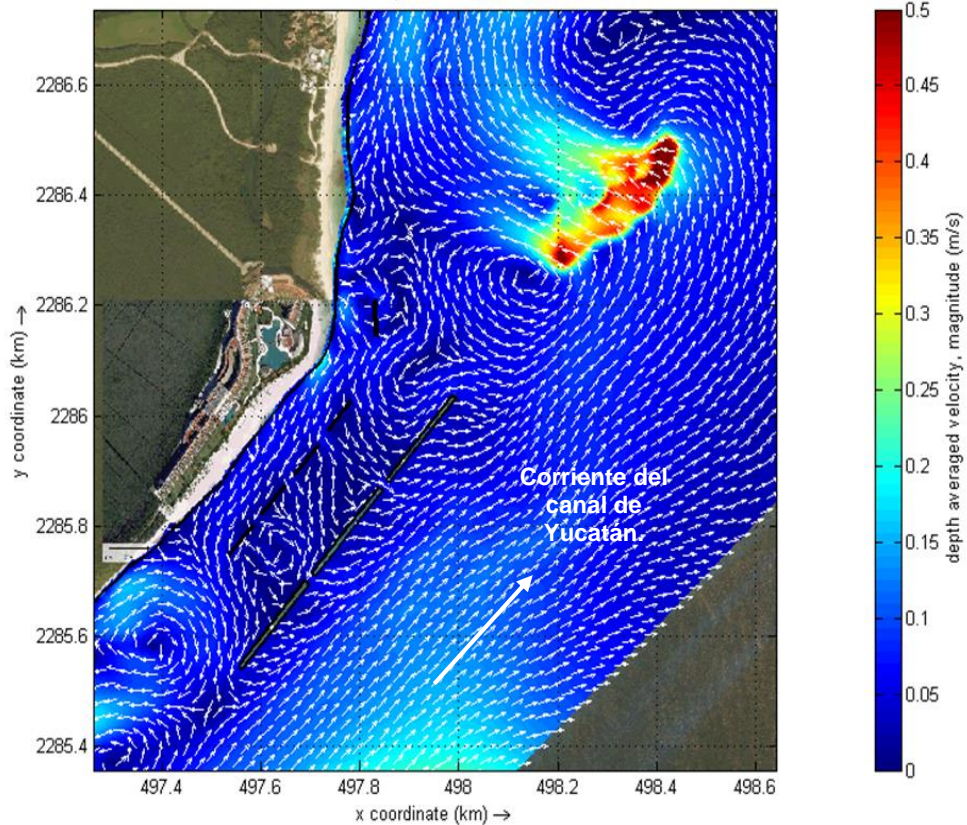


Figura 20. Patrón de corrientes (m/s) frente el proyecto con los arrecifes artificiales propuestos.

La importancia de la similitud entre los resultados de las corrientes modeladas con y sin proyecto radica en que se comprueba que el proyecto no altera de manera significativa el flujo del agua dado que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y al flujo de la corriente y no bloquean el flujo natural del agua.

Las obras y actividades que se proponen responden a una necesidad de realizar un programa de rehabilitación de la playa, que tiene como objetivo recuperar y mantener la playa frente al hotel, así como proteger los ecosistemas de duna y manglar mediante la colocación de infraestructura costera de protección.

Esta propuesta se suma a la visión integral de restauración de la playa del frente costero que han implementado otros proyectos en el SAR, como el hotel Mayakoba, Tres Ríos y Kanai, los cuales cuentan con proyectos concretos autorizados enfocados a restaurar sus playa y proteger los ecosistemas de duna y manglar.

Para todos ellos, incluyendo el presente del Hotel Grand Velas, se realizaron los estudios técnicos necesarios de campo y de modelación, para analizar que los cambios que se generen en el oleaje, corriente y movimiento de sedimentos, sean de un efecto local y que no generen un desbalance en los procesos costeros, que pudieran afectar a predios vecinos, ni a otras áreas del SAR.

Con esta visión integral, cuando estén operando el proyecto de rehabilitación del hotel Grand Velas, el de Mayakoba, Tres Ríos y Kanai, contribuirán a proteger un área mayor de costa, a mantener una playa más estable y a conservar los ecosistemas costeros del sistema ambiental regional.

Este sistema funcionará a nivel regional ya que las estructuras de protección en un largo plazo estarán a lo largo de la costa de estos proyectos, reduciendo la energía del oleaje que ha erosionado la costa, lo que a su vez permitirá que se mantenga más estable el relleno de playa, y que se protejan los ecosistemas de duna costera y manglar, mitigando los procesos erosivos que se continuarán dando de manera externa, pudiendo adaptarse a los cambios futuros de aumento del nivel del mar que se den por el cambio climático.

En este caso, solo se realizó una modelación a largo plazo de los arrecifes artificiales A1, A2 y A3 de Gran Velas y los arrecifes permanentes proyectados de Mayakoba por ser los más cercanos a Velas, los cuales forman una línea recta con el arrecife natural, de tal manera que cuando se construyan se conformará una barrera de protección similar a lo que ejercería un arrecife natural, reflejándose en la restauración de la playa de manera integral a nivel de la celda litoral. La configuración final se verá como la de la figura siguiente:

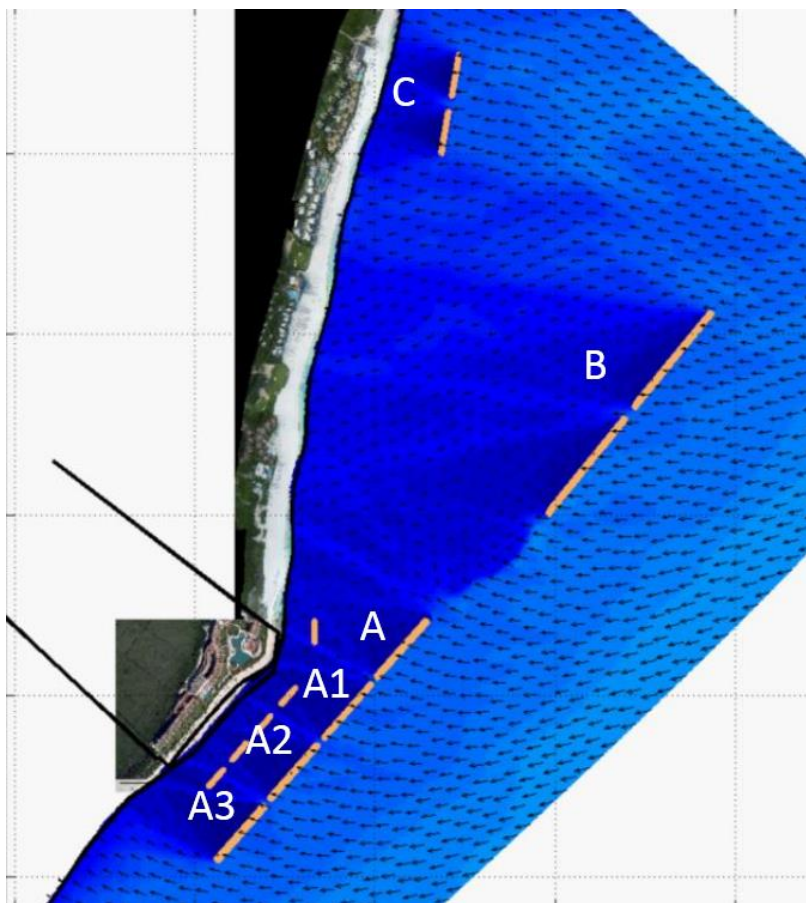


Figura 21. Imagen de la configuración del proyecto de Grand Velas con los 3 arrecifes artificiales A1, A2 y A3, las protecciones modificadas y el relleno de arena, y los Arrecifes Artificiales Permanentes A, B y C del desarrollo Mayakoba.

De acuerdo con las modelaciones realizadas del funcionamiento de los arrecifes artificiales del Hotel Grand Velas y los del Desarrollo Turístico Mayakoba, se determinó que en condiciones de tormentas y frentes fríos, los arrecifes protegen el área a pesar del oleaje intenso.

Con respecto al transporte de sedimentos, después de un periodo de frente frío de intensidad fuerte se nota un desplazamiento de arena al norte de Mayakoba que es detenido por el Arrecife Artificial "C", un ligero desplazamiento de arena hacia el mar en tonos amarillos y frente al Grand Velas se notan algunas manchas de color amarillo y rojo claro que queda entre la costa y los arrecifes artificiales A1 y A2, esto representa grosores de arena de aproximadamente 10 cm de manera que no son movimientos importantes de arena.

Por otra parte, en condiciones de Sureste, la arena se queda dentro del sistema protegido y no se pierde en el mar, se notan algunos desplazamientos frente a la costa del desarrollo Mayakoba y un par de áreas de tonos amarillos y rojos claros detrás de los arrecifes artificiales A3 y A2.

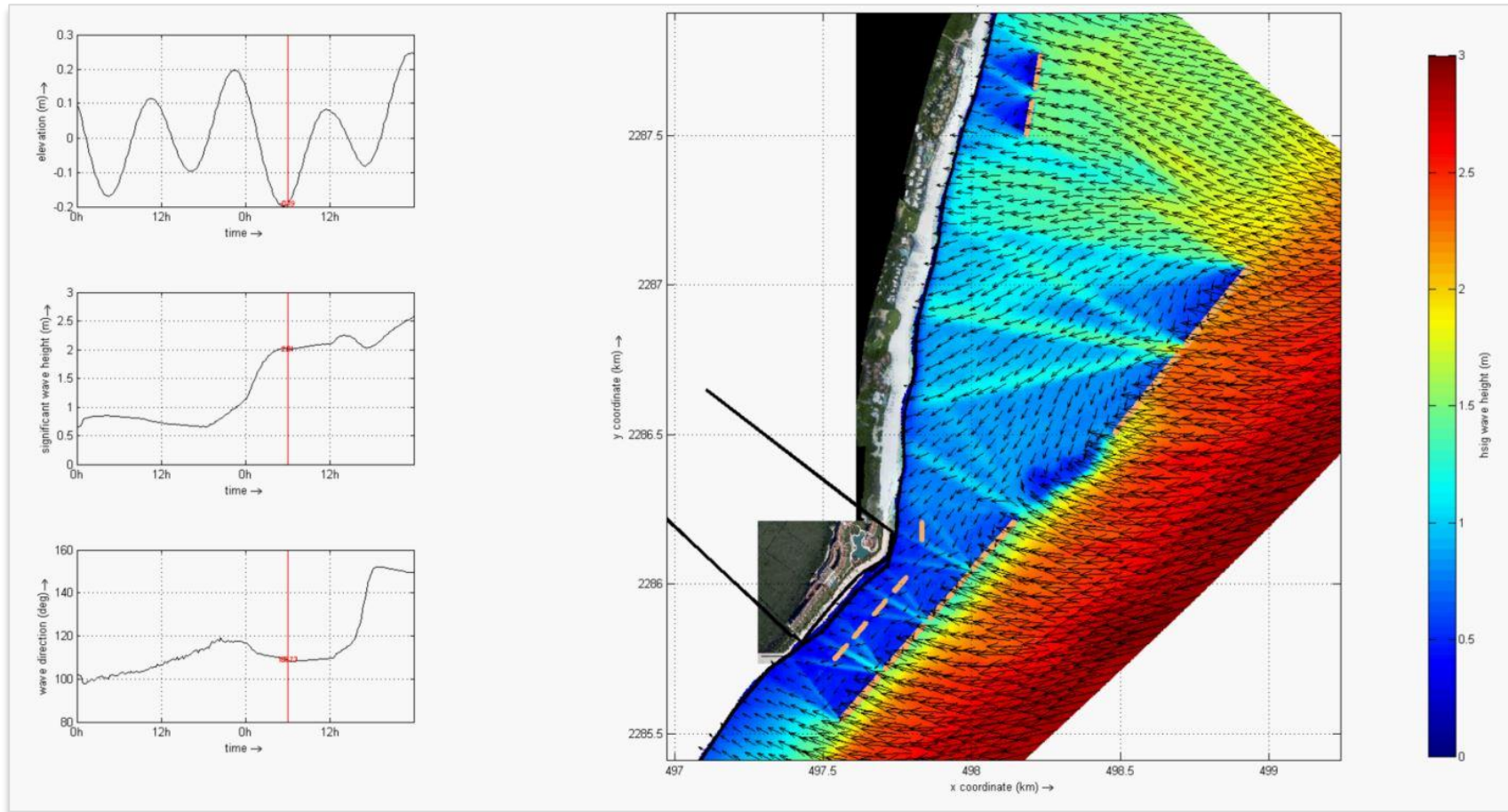


Figura 22. Gráfica de altura de ola frente a los desarrollos Grand Velas y Mayakoba

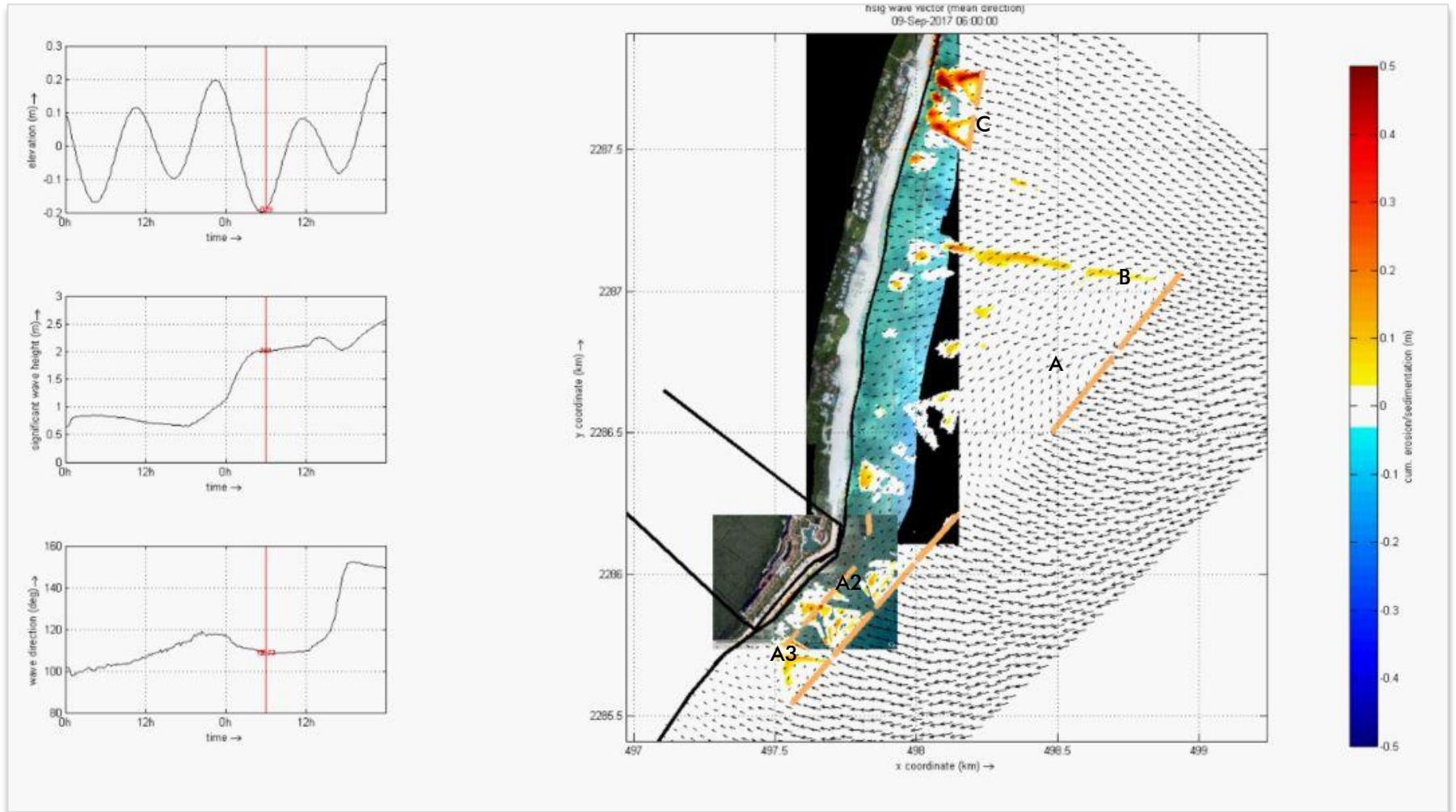


Figura 23. Gráfica de sedimentos con los dos proyectos a largo plazo

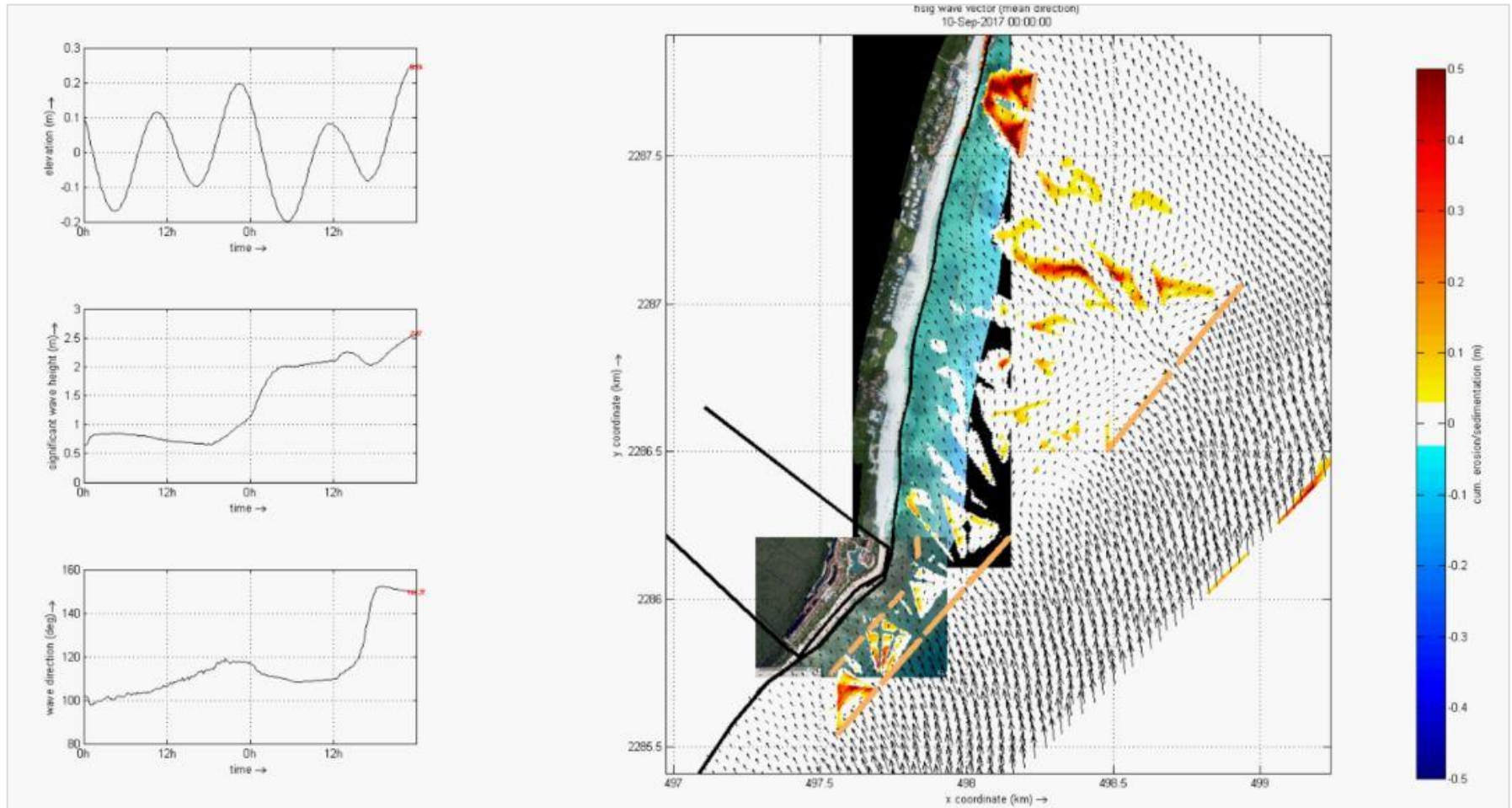


Figura 24. Gráfica de sedimentación y erosión frente a Grand Velas y Mayakoba.

De acuerdo con los estudios y modelajes realizados, no se detectaron efectos colaterales negativos en el análisis del proyecto integral del relleno de playa con arena, la construcción de arrecifes artificiales y la modificación de las protecciones actuales para recuperar y estabilizar la playa frente al Hotel Grand Velas. Los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos muestran la disipación de la energía de la ola y el movimiento de la arena hacia un lado y otro de la playa sin repercusiones para ninguna zona de la celda litoral.

La construcción de los Arrecifes artificiales A1, A2 y A3 no generarán erosión a los lotes vecinos del Hotel Grand Velas debido a que los arrecifes artificiales que se pretende construir son paralelos a la línea de costa y en ningún momento se interrumpe el flujo a lo largo de la playa, por el contrario los lotes vecinos se verán beneficiados al contar con la protección parcial de los arrecifes artificiales A1, A2 y A3.

Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, por lo que el movimiento de agua a los costados de los arrecifes será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos.

➤ Residuos

Para este factor se determinaron dos impactos negativos relacionados con la generación de residuos sólidos y de manejo especial y con la generación de residuos peligrosos, los cuales se calificaron como no significativo y despreciable, respectivamente.

En relación al impacto relativo a la generación de residuos sólidos se consideró como directo, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, irreversible, reiterativo, temporal y recuperable.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generen mediante su colecta en contenedores dispuestos en los andadores del hotel, se realizará su traslado a las cámaras de basura para su posterior entrega al servicio de limpia. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza por parte de la empresa arrendadora. Las aguas residuales serán trasladadas y entregadas a una planta de tratamiento. En la etapa operativa, los trabajadores utilizarán los sanitarios con lo que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.

De acuerdo con lo anterior, los residuos sólidos y de manejo especial que se generen serán manejados adecuadamente. De acuerdo con el número de trabajadores que participarán en el proyecto, se prevé generar un volumen bajo de residuos. Los residuos serán separados de acuerdo con su tipo, los que sean susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a tal fin, y los restantes serán trasladados al relleno sanitario del Municipio de Solidaridad. De esta manera se garantiza un menor impacto sobre el sitio de disposición final.

En cuanto al impacto relativo a la generación de residuos peligrosos se consideró como indirecto, acumulativo, simple, con efecto a mediano plazo, irreversible, ocasional, temporal y recuperable.

En caso de generar residuos peligrosos derivados de algún derrame accidental de la maquinaria en la porción terrestre, se realizará su colecta, almacenamiento y disposición final. Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén de residuos peligrosos del hotel, quien los entregará a la empresa autorizada en su manejo.

En tanto que en la porción marina, no es muy probable que haya derrames de hidrocarburos en el mar, sin embargo, en caso de que ocurriera se tomarán las medidas necesarias.

Por la naturaleza de las obras, la generación de residuos será temporal, ya que se producirán de manera continua durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa operativa solo serán generados de manera ocasional cuando se requieran realizar las actividades de monitoreo, extracción, bombeo y relleno de playa (en caso necesario).

➤ Flujo de embarcaciones en la zona marina.

Para este factor se determinó un impacto no significativo relacionado con el aumento en el flujo de embarcaciones en la zona marina.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, simple, con efecto a mediano plazo, reversible, reiterativo, temporal y recuperable.

Durante todas las actividades del proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales llegarán desde Puerto Calica a la zona del proyecto. Se requiere de embarcaciones de apoyo, embarcaciones para jalar los chalanes, remolcadores y draga. El flujo de embarcaciones se sumará a las embarcaciones existentes que salen de ese puerto.

El flujo de embarcaciones será continuo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa operativa solo se utilizarán de manera ocasional, durante las actividades de monitoreo y cuando se requieran realizar las actividades de extracción, bombeo y relleno de playa. De acuerdo con lo anterior, se considera mínimo el aumento en el flujo de embarcaciones.

➤ Salud humana

Para este factor se determinó un impacto asociado a la exposición de personas a riesgos de salud, el cual se calificó como despreciable.

Este impacto se consideró como indirecto, simple, con efecto a mediano plazo, reversible, ocasional, temporal y recuperable.

El personal que se requiera para la construcción de la obra estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la construcción del proyecto, los trabajadores estarán expuestos a ruidos elevados por la operación de maquinaria.

También las personas se verán expuestas a los eventos meteorológicos que ocurran en la zona, por lo que se tomarán las medidas de contingencia necesarias para la protección de trabajadores durante la obra.

Durante la etapa de operación, no se prevén impactos sobre la salud humana durante las actividades de monitoreo, solo cuando se realicen las actividades de extracción, traslado, bombeo y relleno de playa.

➤ Economía

Para este factor se determinó un impacto relacionado con la generación de empleos y la derrama económica por el uso turístico el cual se calificó como no significativo.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, simple, con efecto largo plazo, reiterativo y permanente.

La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales para los habitantes de la región, lo cual también repercute en la economía local.

Por otro lado, la demanda de servicios para el desarrollo del proyecto, específicamente en la compra y adquisición de materiales para la construcción también genera un impacto económico positivo en el Municipio de Solidaridad.

Adicionalmente, habrá impactos positivos en la economía regional o local donde se desarrolla el proyecto, ya que el valor del suelo aumentará, debido a que el predio tendrá mayor atractivo turístico derivado de las actividades de rehabilitación de la playa.

El mantenimiento de la playa impulsará el atractivo turístico de la zona, lo cual se traduce en derrama económica por el uso de las instalaciones del hotel.

➤ Paisaje

Para este factor se definió un impacto relacionado con la modificación del paisaje, el cual se consideró como despreciable.

Este impacto se consideró como directo, simple, con efecto a mediano plazo, reversible, temporal, reiterativo y recuperable.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción por el movimiento de maquinaria y de personal. Para aminorar este impacto se establecerán medidas; por ejemplo, se realizará el manejo adecuado de residuos y se mantendrá la limpieza en las obras, entre otras.

Durante la etapa de construcción serán visibles las embarcaciones que realizarán los trabajos en la zona marina, siendo más evidente la draga por su tamaño. Así como el movimiento de las embarcaciones menores con su personal.

Una vez que se termine la construcción del proyecto, se tendrá un efecto sobre el paisaje de manera positiva. Debido a que la duna del hotel Grand Velas se mantiene en buenas condiciones en la mayor parte de su extensión, y solo es la punta Bete la que presenta una merma en la cobertura vegetal, la calidad del paisaje no se verá modificada significativamente en este rubro. Sin embargo, a largo plazo el mantenimiento de esta duna es de vital importancia para el proceso de acreción del sedimento que deberá acontecer para estabilizar la playa que se restaurará. El relleno de playa solamente reforzará el paisaje de playa que actualmente tiene el hotel, pero sin procesos erosivos, ya que su playa se restauró de manera natural sin necesidad de relleno cuando fue implementado el primer proyecto de colocación de protecciones costeras.

La duna restaurada junto con el relleno de playa se integrará al paisaje natural como un paisaje conservado mejorando la calidad del paisaje y disminuyendo su fragilidad actual.

Desde las embarcaciones solamente serán perceptibles los arrecifes artificiales en el caso de marea baja, ya que estarán desplantados con la corona a nivel medio del mar; de las estructuras existentes solamente se conservará el nivel de fondo ya que el superior ya no estará, por lo que no serán visibles desde la zona marina ni desde la zona terrestre. Regresando con esta modificación el paisaje marino al efecto infinito.

Asimismo el boyeo que se instale para señalarlos será visible desde el área marina. En el caso del relleno de playa se observará mejor desde la zona de playa y se incorporarán como elementos naturales de los ecosistemas de alrededor.



Vista con el relleno de playa, modificación de las estructuras existentes al eliminar la parte que sobresalen del nivel del mar, y proyectando que los arrecifes artificiales que se proponen estarán a nivel del mar sin sobresalir, recuperando con ello el efecto infinito del mar.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	4
3	MEDIDAS GENERALES.....	4
4	MEDIDAS ESPECÍFICAS.....	7
4.1	ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS A LA TOPOGRAFÍA.....	8
4.2	ESTRATEGIAS PARA FAVORECER LOS IMPACTOS POSITIVOS SOBRE EL FACTOR DE PLAYA.....	8
4.3	ESTRATEGIAS PARA FAVORECER LOS IMPACTOS POSITIVOS SOBRE LA FLORA TERRESTRE.....	9
4.4	ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE.....	10
4.5	ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA.....	11
4.6	ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS PROCESOS HIDROGRÁFICOS Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	12
4.7	ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO A LA FLORA MARINA.....	14
4.8	ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO A LA FAUNA MARINA.....	14
4.9	ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO AL FLUJO DE EMBARCACIONES EN LA ZONA MARINA.....	15
4.10	ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE.....	16

1 INTRODUCCIÓN.

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece lo siguiente:

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

A partir de las características del proyecto “Rehabilitación de playa del hotel Grand Velas y Casa Velas”, así como de las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional definido para el proyecto; en el capítulo V de la presente MIA-R se identificaron, describieron y evaluaron, los posibles impactos ambientales con potencial de generarse sobre el sistema ambiental y sobre el área de estudio del proyecto, que puede ocasionar el mismo durante las diferentes etapas de su ejecución. En este capítulo se describirán una serie de medidas de prevención, mitigación, y compensación, las cuales están orientadas a reducir los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior.

Es importante mencionar que desde la planificación del proyecto se buscó mitigar posibles impactos ambientales a la flora y fauna marina presente en el sitio, dado que el diseño se ha ajustado a una detallada caracterización y zonificación ambiental sustentada en los estudios ambientales, mismos que se anexan al presente documento.

Por lo anterior se ha permitido proponer un proyecto ambientalmente viable, con una justificación jurídica adecuada, y con un diseño arquitectónico acorde con los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (2009).

Visto lo anterior, a continuación se procede a realizar la descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto “Rehabilitación de playa del hotel Grand Velas y Casa Velas”, la cual se iniciará con aquellas de carácter general, para posteriormente continuar con las específicas para la etapa de preparación y las que coincidan para otras etapas del proyecto, en las que se incluirán una serie de programas y acciones orientadas a minimizar los impactos ambientales descritos en el capítulo anterior.

Es importante señalar que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este capítulo, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales específicas del área de influencia directa e indirecta del proyecto, y sustentadas en información técnica, así como en instrumentos jurídicos, de planeación y ambientales, vigentes y aplicables al proyecto.

2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el área de influencia del proyecto, con base en el trabajo de campo, en el conocimiento específico de sus atributos ambientales, se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

1. Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
2. Aplicación de medidas específicas de prevención y mitigación en las actividades de cada etapa del proyecto.

3 MEDIDAS GENERALES.

A partir de la identificación y evaluación de impactos realizada para el proyecto, y en apego a los programas de ordenamiento aplicable al mismo, se diseñaron programas enfocados a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio y a la protección del sistema ambiental. Por lo que para las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto se aplicarían los siguientes programas como medidas generales, mismos que se integran como anexo a la presente MIA-R:

- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.
- Programa de Rescate de flora terrestre y fauna marina.
- Programa de Desempeño ambiental
- Programa de Difusión ambiental.

Durante las actividades de cada una de las etapas del proyecto, se llevarán a cabo actividades comunes, entre ellas se puede mencionar la generación de residuos sólidos y líquidos; por lo que las medidas generales establecidas se agruparon por etapa, factor y componente ambiental en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Agrupación de impactos ambientales susceptibles de generarse por etapa y factor.

Etapas	Factor	Impacto	Medidas	Indicador
Preparación, Construcción y Operación	Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmosfera y producción de gases de efecto invernadero	Se verificará que la maquinaria, equipos y embarcaciones antes de ingresar al predio del proyecto se encuentren afinadas y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.	<ul style="list-style-type: none"> Equipos, máquinas y embarcaciones en buen estado de afinación y funcionamiento.
		Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones.	La maquinaria y embarcaciones permanecerán apagadas durante los lapsos que no se requiera. Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos.
			Solamente se laborará en un horario de 7:00 a 17:00 hrs.	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de ruido aceptables.
Preparación, Construcción y Operación	Residuos	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Colocación de botes de basura debidamente identificados. Reglamento interno de obra. Difusión y Concientización ambiental. Instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores. Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. La disposición final de las aguas residuales (residuos de manejo especial) se realizará por medio de la empresa arrendadora. Ejecución del Programa de Manejo de Residuos.	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de contenedores diferenciados para el acopio de residuos. Presencia / ausencia de residuos dispersos. Presencia de señalización. Presencia y organización de los sitios de acopio de residuos. Presencia de suficientes baños portátiles para los trabajadores. Baños limpios y en buen estado. Comprobantes de disposición final adecuada de los residuos sólidos y líquidos. Bitácoras de seguimiento. Implementación de pláticas de concientización. Ausencia de fauna feral, nociva e invasora.
		Generación de residuos peligrosos	Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén de residuos peligrosos del hotel. En la porción marina, es muy baja la probabilidad de que haya derrames de hidrocarburos, sin embargo, en caso de que ocurriera se realizará lo siguiente: 1) Interrumpir las operaciones, 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados, y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga.	<ul style="list-style-type: none"> Bitácora de mantenimiento de equipo, maquinaria y embarcaciones. Control de ingreso de maquinaria al área de trabajo. Almacenamiento temporal adecuado de los residuos peligrosos. Comprobantes de disposición final de residuos peligrosos

Etapas	Factor	Impacto	Medidas	Indicador
Preparación, Construcción y Operación	Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud	En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará del sitio por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil. Así mismo todo el material que pudiera convertirse en un proyectil por causa de los vientos deberá ser colocado en un área segura.	<ul style="list-style-type: none"> • Bitácoras de seguimiento. • Implementación de pláticas de concientización. • Presencia/ ausencia de señalización y delimitación del área de trabajo.
			Delimitación y señalizaciones del área de maniobra: En el área marina se colocarán boyas y señalizaciones que indiquen las áreas de trabajo, estas señalizaciones deberán de ser visibles por la noche con la finalidad de evitar accidentes por el flujo de embarcaciones.	
			Durante los trabajos de rescate y reubicación de organismos marinos se utilizarán balizas como sistema de señalización y localización de organismos. En el área terrestre las zonas de trabajo se delimitarán con cinta de seguridad, tapias perimetrales o malla con cubierta plástica, con la finalidad de evitar la dispersión de polvo y disminuir riesgos de accidentes.	

4 MEDIDAS ESPECÍFICAS.

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización descrita en el Capítulo V, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 15 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 28 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”.

De los 28 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 15 son negativos y 13 son positivos.

Cuadro 2. Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

Factores	Impactos ambientales
Ecosistemas terrestres	
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmosfera y producción de gases de efecto invernadero.
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones
Topografía	Alteraciones a la topografía de la playa.
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.
Flora terrestre	Rescate y reubicación de palmas de coco
	Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna registrada
	Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.
Ecosistemas marinos	
Fondo marino	Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras y extracción de arena.
	Disminución del volumen de arena del banco, debido a su extracción.
Agua	Cambios en la calidad del agua por dispersión de sedimentos.
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero.
	Estabilización de la zona litoral.
	Cambios en los patrones de sedimentación.
	Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático.
Flora marina	Modificación de patrones locales de corrientes.
	Cambios en la cobertura de macroalgas.
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos.
	Cambios en la abundancia de corales.
	Modificaciones en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna marina.
	Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales.
Medio socioeconómico	

Factores	Impactos ambientales
Ecosistemas terrestres	
Residuos	Generación de Residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Generación de Residuos peligrosos.
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona.
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud
Economía	Generación de empleos y derrama económica del uso turístico.
Paisaje	Modificación del paisaje

Ahora bien, a partir de los impactos identificados se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación por etapa basados en cada uno de los factores evaluados.

4.1 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS A LA TOPOGRAFÍA.

Este impacto es positivo, directo, con efecto a mediano plazo, con aparición irregular y permanente. Las actividades de nivelación de la arena, requerirá el empleo de maquinaria pesada para el acomodo de la arena donde sea necesario, de esta forma se modificará la geoforma actual, que es de 2.0 msnm (en la sección más alta) con una pendiente poco pronunciada. Con las actividades de relleno la playa quedará a una altura máxima de 2.1 msnm, con un ancho de 25.0 m a partir de la línea cero actual.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Alteraciones a la topografía de la playa	La arena de relleno será similar en tamaño de grano y contenido de materia orgánica a la arena de la playa original, a fin de mantener las condiciones óptimas de la playa.	X	X	Análisis de granulometría
	Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.	X	X	Dispersión de residuos sólidos.
	Debido a la dinámica del sedimento en los eventos climáticos estacionales y/o extraordinarios, se ha considerado realizar un monitoreo topo batimétrico periódico dentro del plan de mantenimiento.		X	Informes de seguimiento Comparación de curvas batimétricas

4.2 ESTRATEGIAS PARA FAVORECER LOS IMPACTOS POSITIVOS SOBRE EL FACTOR DE PLAYA.

En el frente de playa del desarrollo Grand Velas la arena es escasa porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio. Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.

Derivado de lo anterior, se pretende recuperar la playa que se ha perdido mediante su relleno, generando una playa de 25.0 m de ancho a partir de la línea cero actual, con una altura máximo de 2.1 msnm y una superficie de 22,053.93 m², lo cual es un impacto positivo para el proyecto. Además que este impacto coadyuvará con el aumento de los sitios potenciales para la anidación de tortugas marinas e incrementará el atractivo turístico de la zona.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR	Valoración de un nuevo relleno de arena por pérdida de playa		X	Inspección visual y topobatimétrica de la pérdida de playa.
	Estimación del volumen de arena del banco		X	Relleno adicional de arena

4.3 ESTRATEGIAS PARA FAVORECER LOS IMPACTOS POSITIVOS SOBRE LA FLORA TERRESTRE.

En la porción terrestre, el proyecto solo se desplantará en una superficie de 10,029.20 m² de playa arenosa, donde se registraron 64 palmas de coco (*Cocos nucifera*), las cuales serán rescatadas y llevadas al vivero con el que cuenta el hotel donde recibirán los cuidados necesarios. Se contempla mantener la vegetación de duna restaurada del predio, por lo que no se contemplan afectaciones sobre esta vegetación ni las especies que la conforman.

Asimismo, al finalizar las actividades de relleno de playa, se llevará a cabo la reubicación de las palmas y acciones de enriquecimiento de la duna costera, empleando ejemplares propios de vegetación de duna costera, los cuales provendrán del vivero del hotel.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada	Para el mejoramiento de la duna restaurada, se utilizarán únicamente especies nativas, propias de cada tipo de ecosistema y se eliminarán especies exóticas que pudieran encontrarse, tales como <i>Casuarina equisetifolia</i> .	x	x	Mantenimiento de la superficie, vigor y estratificación de la vegetación de la duna restaurada.
Rescate y reubicación de palmas de coco	Para evitar la pérdida de individuos de <i>Cocos nucifera</i> que se encuentran actualmente en la zona de playa, se realizará su rescate previo al inicio de obras. Estos serán llevados al vivero del hotel Grand Velas, donde se mantendrán en óptimas condiciones asegurando su supervivencia hasta el momento de la reubicación. Los detalles de la logística y los insumos necesarios para el rescate se explican	x	x	No. de ejemplares rescatados vs No. de ejemplares trasplantados. Presencia/ ausencia de plagas.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
	con detalle en el Programa de Rescate de flora terrestre y fauna marina.			

4.4 ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE.

El impacto relativo al cambio de abundancia de ejemplares se consideró como directo, simple, temporal, reversible y recuperable. En la playa solo se registraron aves marinas, las cuales se desplazan fácilmente, y están adaptadas a la presencia de personas. No se prevén mayores impactos a la fauna ya que solo se utilizará la zona de playa.

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como aves y mamíferos, pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Cambios en la abundancia de fauna registrada	Previo al inicio de las actividades, se realizarán recorridos de supervisión, para asegurarse de que no se encuentren especies de fauna dentro de las zonas de maniobra y aprovechamiento. En caso de encontrarse fauna dentro del área de construcción, se procederá a ahuyentarlo o en su caso a su rescate y reubicación fuera de esta zona. El manejo del ejemplar deberá estar a cargo de una persona capacitada para dicha acción.	X		Registro visual de la presencia/ausencia de fauna en las áreas verdes.
	Se realizarán acciones de limpieza constantemente en las áreas de trabajo para evitar proliferación de fauna nociva.	X		
Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.	Las actividades de relleno de playa se llevarán a cabo fuera de la temporada de anidación.	X		Bitácora de seguimiento.
	Se considera realizar actividades de mantenimiento de manera periódica en caso que se registren tormentas y huracanes y que se pierda la playa, las cuales se llevarán a cabo de manera esporádica y no se realizarán en temporada de anidación de tortugas marinas, para evitar que se pierdan nidos por esta causa.		X	

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
	El enriquecimiento de la duna restaurada se realizará únicamente con especies nativas arbustivas y herbáceas, que no generan raíces que puedan dañar los huevos o dificultar la excavación de nidos	X	X	Presencia / ausencia de especies nativas
	Los tres arrecifes artificiales proyectados se encontrarán separados a lo largo del eje por distancias de 25.0m entre cada uno, lo cual garantiza que las tortugas marinas puedan moverse libremente entre la playa y el mar.		X	Anidación de tortugas en la playa frente al proyecto
	El Hotel Grand Velas continuará trabajando en conjunto con el municipio en el Programa de Protección y Conservación de Tortugas Marinas de las Playas del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.	X	X	Informes de actividades
	Se realizarán periódicamente actividades de educación ambiental dirigidas a los huéspedes y empleados, con el propósito de proteger a las distintas especies de flora y fauna.	X	X	Bitácora de seguimiento
	Se pondrá a disposición de las autoridades a toda persona que afecte de manera ilegal a alguna especie de fauna.	X	X	

4.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA.

Durante el uso de embarcaciones para la construcción de los arrecifes artificiales, se espera que se generen sedimentos derivados del funcionamiento de las mismas, sin embargo, la dispersión se considera mínima y ocurre de manera normal en el sistema ambiental regional ya que siempre hay flujo de embarcaciones. Así mismo se pretende realizar la extracción de arena de un banco marino empleando una draga con tolva, su traslado, bombeo y descarga a la playa mediante una tubería para el relleno de playa.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Cambios en la calidad del agua por dispersión de sedimentos.	Colocación de mallas geotextiles: previo al inicio de las actividades de extracción, transporte y vertido de arena, se colocaran mallas geotextiles en los sitios de maniobra para garantizar la no dispersión de los sedimentos. Las mallas contarán con lastres y boyas para mantenerlas extendidas y tensas desde la superficie hasta el fondo.	X	X	Buen estado de las mallas geotextiles.
	Se unirán varias mallas suturando una contra otra dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las mismas dimensiones requeridas	X	X	Tensión adecuada de las mallas geotextiles.
	Se colocaran las mallas geotextiles en: 1) el área de colocación de los arrecifes artificiales, 2) banco de arena, 3) área de maniobras, 4) el sitio de expulsión de arena en playa y 5) área de relleno de playa.	X	X	Ubicación adecuada de las mallas geotextiles
	La malla se colocará formando una media luna evitando que los sedimentos en suspensión viajen hacia el Norte, Oeste y Suroeste. De este modo se garantiza que los sedimentos viajen hacia el Este o Sureste del sitio de extracción, en donde no fueron identificados ambientes marinos sensibles durante la caracterización marina	x	x	Inspecciones visuales y evidencia fotográfica
	Se ubicarán las mallas a una distancia menor a la pluma de dispersión máxima estimada.	X		Distancia de colocación de la malla y contención de sedimentos

4.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS PROCESOS HIDROGRÁFICOS Y DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para este factor se consideraron cinco impactos positivos relacionados con los cambios del perfil costero, la estabilización de la zona litoral, los cambios en los patrones de sedimentación, la reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático y la modificación de los patrones locales de corrientes, los cuales se consideraron como no significativos. En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.

En el frente de playa del desarrollo Grand Velas la arena es escasa porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio. Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.

La estabilización de la zona litoral es, en particular, uno de los impactos positivos más importantes, ya que disminuirá el proceso erosivo natural que impera en el frente de playa del predio del Hotel Grand Velas y Casa Velas. Lo anterior se logrará con la colocación de los arrecifes artificiales, que disminuirán el efecto del oleaje durante eventos de tormenta y por lo tanto reducirán el proceso erosivo.

La colocación de los arrecifes artificiales, generarán condiciones propicias para la estabilización de la zona litoral en el área del proyecto ya que disminuirán la intensidad del oleaje y el ángulo de incidencia del mismo, reduciendo el transporte de arena de la playa hacia el mar.

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas		Indicadores
		C	O	
Cambios al perfil costero	Se llevaran a cabo levantamientos Topobatimétricos semestrales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que la sección de diseño se mantenga en los Rompeolas y en la playa. La Batimetría deberá abarcar el área desde la playa hasta 200 m aguas afuera de los rompeolas para detectar si la arena ha escapado y que tan lejos ha llegado, también se deberá abarcar al menos 200 m al Sur de la parte Sur del desarrollo y 200 m al norte de la parte norte del desarrollo.		X	Bitácoras / informes de seguimiento
Estabilización de la zona litoral	Se realizarán mediciones semestrales de oleaje y corrientes.		X	
Cambios en los patrones de sedimentación	Se establecerá un programa de monitoreo del comportamiento de la línea de costa en tiempo real.		X	Evidencia fotográfica
Reducción de la energía del oleaje y adaptación al cambio climático	En caso de ocurrencia de un fenómeno meteorológico que provoque erosiones considerables en la zona del proyecto, se efectuara un monitoreo previo y post tormenta para conocer la respuesta de la obra ante eventos extraordinarios.		X	
	Como resultado del monitoreo se evaluará la necesidad de adaptar los arrecifes		X	Valoración e informes de monitoreo

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas		Indicadores
		C	O	
	artificiales por efecto del cambio climático y/o aumento del nivel del mar.			

4.7 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO A LA FLORA MARINA.

En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero. De acuerdo con lo anterior, se aprovechará una superficie de 2.22 ha, que representan 0.091 % del SAR marino. El área que se aprovechará de laja con macroalgas (1.41 Ha) representa el 0.15 % de la superficie cubierta de laja con macroalgas (955.33 Ha) del SAR marino, por lo que el impacto sobre la vegetación acuática será mínimo.

El impacto sobre la cobertura de macroalgas será temporal, ya que una vez que se establezcan los arrecifes artificiales, estos podrán ser colonizados por las algas en un mediano plazo.

Impactos	Medidas	Etapas		Indicadores
		C	O	
Cambios en la cobertura de macroalgas	Se realizara un monitoreo sobre la recolonización natural de las especies de algas.		X	Cobertura, número y tipo de especies registradas.

4.8 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO A LA FAUNA MARINA.

Para este factor se definieron cinco impactos, de los cuales tres son adversos y están relacionados con los cambios en la abundancia de organismos bentónicos, de corales y de ejemplares de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se calificaron como despreciables. También se identificaron dos impactos positivos relacionados con la creación de sitios potenciales para la colonización de fauna marina y el aumento de la diversidad abundancia del área por el trasplante de corales que se calificaron como no significativos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
Cambios en la abundancia de organismos bentónicos.	Previo al inicio de obras se realizara un rescate de los organismos marinos que se encuentren en las áreas de afectación directa del proyecto, siempre que el tipo de organismo y sus características lo permitan.	X		No. de organismos rescatados y su sobrevivencia.
Cambios en la abundancia de corales.	Los organismos rescatados serán reubicados en el parche de rompiente arrecifal más cercano.	X	X	Cobertura vegetal y especies.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
Modificación en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se realizarán actividades de enriquecimiento de la duna restaurada empleando especies propias del ecosistema de duna costera. Lo que ayudará a estabilizar la duna, brindando protección y puntos de referencia a las tortugas.	X	X	Inspección visual
	La maquinaria y equipo, serán retirados de manera que no haya obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras de tortugas durante la anidación o la llegada de las crías al mar.	X		Registro anual de nidos de tortugas con el programa del Municipio.
	Se proyecta construir los arrecifes artificiales continuando la misma línea del arrecife natural y las construcciones tendrán separaciones de 25.0 m, por lo que no representarán impedimento para el libre paso de tortugas.	X	X	Aumento en la diversidad y abundancia de la biota marina
Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna marina.	El sembrado de especies de corales escleractinios sobre las estructuras de arrecifes artificiales, aumentará la riqueza y densidad de biota marina en el sitio, aumentando el número de colonias y desarrollando nuevos nichos ecológicos para la atracción de otras especies.	X	X	% de sobrevivencia y cobertura. Especies iniciales y colonizadoras
Aumento en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales.			X	Presencia y/o ausencia de otra fauna. Presencia y/o ausencia de enfermedades en los organismos.

4.9 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR EL IMPACTO AL FLUJO DE EMBARCACIONES EN LA ZONA MARINA.

Durante todas las actividades del proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales llegarán desde Puerto Calica a la zona del proyecto. Se requiere de embarcaciones de apoyo, embarcaciones para jalar los chalanes, remolcadores y chalanes. El flujo de embarcaciones se sumará a las embarcaciones existentes que salen de ese puerto.

El flujo de embarcaciones será continuo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa operativa solo se utilizarán de manera ocasional, durante las actividades de monitoreo y cuando se requieran realizar las actividades de extracción, bombeo y relleno de playa. De acuerdo con lo anterior, se considera mínimo el aumento en el flujo de embarcaciones.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Aumento del flujo de embarcaciones en la zona	Las embarcaciones navegarán a una velocidad menor a 4 nudos para evitar cualquier tipo de afectaciones.	X	X	X	Presencia/ ausencia de señalización
	La navegación será por las rutas permitidas por la capitanía del puerto.	X	X	X	
	Una vez construidas las estructuras de protección costera y siguiendo la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se deberá ubicar señalización marina al inicio y al final de la protección de manera que se puedan evitar accidentes con las embarcaciones locales, principalmente porque las estructuras se encuentran a nivel medio del mar			X	

4.10 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción por el movimiento de maquinaria y de personal. Para aminorar este impacto se establecerán medidas; por ejemplo, se realizará el manejo adecuado de residuos y se mantendrá la limpieza en las obras, entre otras.

Durante la etapa de construcción serán visibles las embarcaciones que realizarán los trabajos en la zona marina, siendo más evidente la draga por su tamaño. Así como el movimiento de las embarcaciones menores con su personal.

Una vez que se termine la construcción del proyecto, se tendrá un efecto sobre el paisaje de manera positiva. Debido a que la duna del hotel Grand Velas se mantiene en buenas condiciones en la mayor parte de su extensión, y solo es la punta Bete la que presenta una merma en la cobertura vegetal, la calidad del paisaje no se verá modificada significativamente en este rubro. El relleno de playa solamente reforzará el paisaje de playa que actualmente tiene el hotel, pero sin procesos erosivos, ya que su playa se restauró de manera natural sin necesidad de relleno cuando fue implementado el primer proyecto de colocación de protecciones costeras.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA		INDICADOR
		C	O	
Modificación del paisaje.	Manejo adecuado de los residuos para evitar su dispersión y contaminación.	X	X	Área de playa, duna conformada y mar libres de residuos dispersos.
	Instalación de contenedores de basura para la disposición de residuos sólidos.	X		

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA		INDICADOR
		C	O	
	Ingreso de maquinaria y equipo de trabajo únicamente cuando este se vaya a ocupar.	X		Presencia/ ausencia de contenedores para depósito de residuos sólidos.

CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.	3
2.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	3
2.1.	CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	7
2.2.	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA DEL PROYECTO	8
2.3.	BANCO MARINO.	10
3.	PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.	11
4.	IMPACTOS POTENCIALES	14
5.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.	17
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.	18
6.1.	ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.	19
7.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.	34

1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema, tanto en las inmediaciones del proyecto como en el Sistema Ambiental Regional, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

A través del análisis digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth pro, Sasplanet versión 121214, procesados en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de proyectos, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

La sección terrestre del SA presenta los siguientes límites físicos:

- Norte: Límite del predio del hotel Iberostar.
- Noroeste: Carretera Federal 307.
- Sur: El límite del predio del Hotel Grand Velas.
- Este y Sureste: la línea de costa del Mar Caribe;
- Oeste y Suroeste: Carretera Federal 307.

La sección marina del SAR presenta los siguientes límites:

- Este: Hasta 2,660 m de distancia mar adentro donde se ubica la isobata de los 20m.
- Oeste: La pleamar y zona terrestre.
- Norte: La proyección hacia el Este y Oeste respecto del límite de ubicación del banco de arena.
- Sur: La proyección de la ubicación en el mar a la altura de Punta Xcalacoco.

Conforme a lo anterior, se construyó el Sistema Ambiental Regional el cual comprende la unidad fisiográfica Punta Xcalacoco – Punta Maroma.

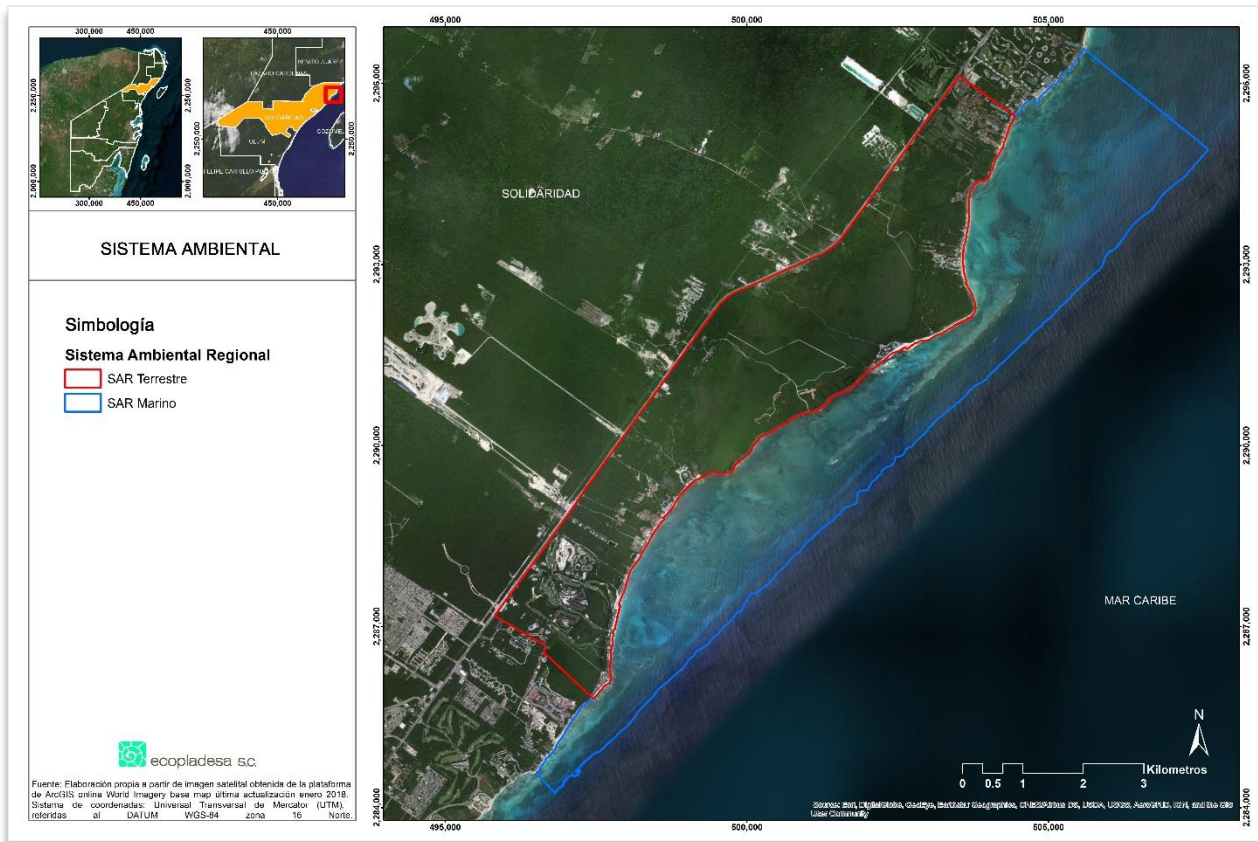


Figura 1. Se muestra el polígono del SAR en su porción terrestre y marina.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie de 4,631.48 ha, de las cuales una superficie de 2,141.36 ha (46.23%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 2,490.12 ha (53.77%) corresponden al componente marino.

El Sistema Ambiental Regional de la zona terrestre, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera (Figura 2).

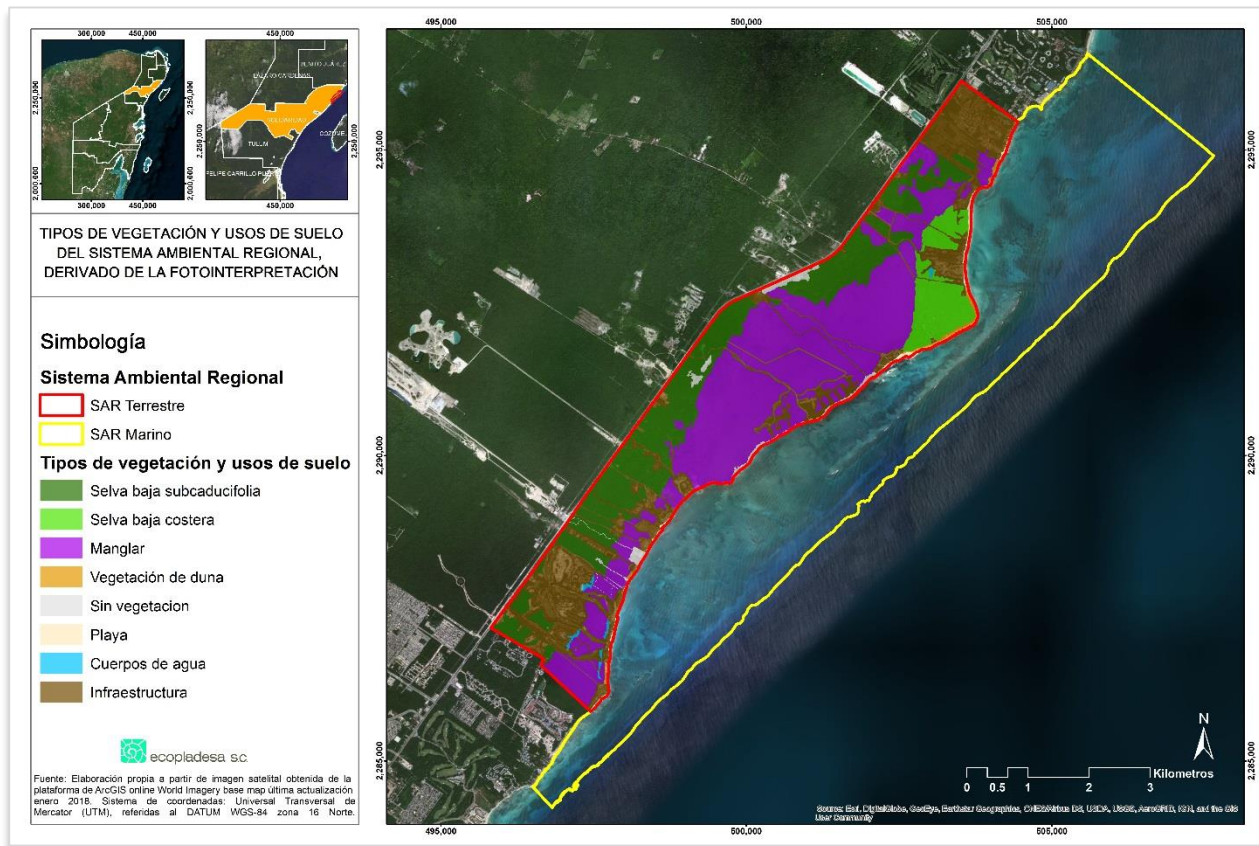


Figura 2. Caracterización del SAR terrestre.

Cuadro 1. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SAR terrestre.

Tipos de vegetación	Superficie		
	m ²	Ha	%
Selva baja subcaducifolia	4,889,407.50	488.94	22.83
Selva baja costera	1,287,410.00	128.74	6.01
Manglar	8,848,755.70	884.88	41.32
Vegetación de duna	132,425.03	13.24	0.62
Subtotal	15,157,998.23	1,515.80	70.78
Otras coberturas			
Playa	257,701.36	25.77	1.20
Cuerpos de agua	76,098.52	7.61	0.36
Sin vegetación	351,533.58	35.15	1.65
Infraestructura	5,570,268.31	557.03	26.01
Subtotal	6,255,601.77	625.56	29.22
Total	21,413,600.00	2,141.36	100.00

En cuanto a los ambientes de la parte marina se obtuvo un mapa para el SAR que incluye 9 tipos de ambientes, de acuerdo a sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía y biota dominante (Figura 3).

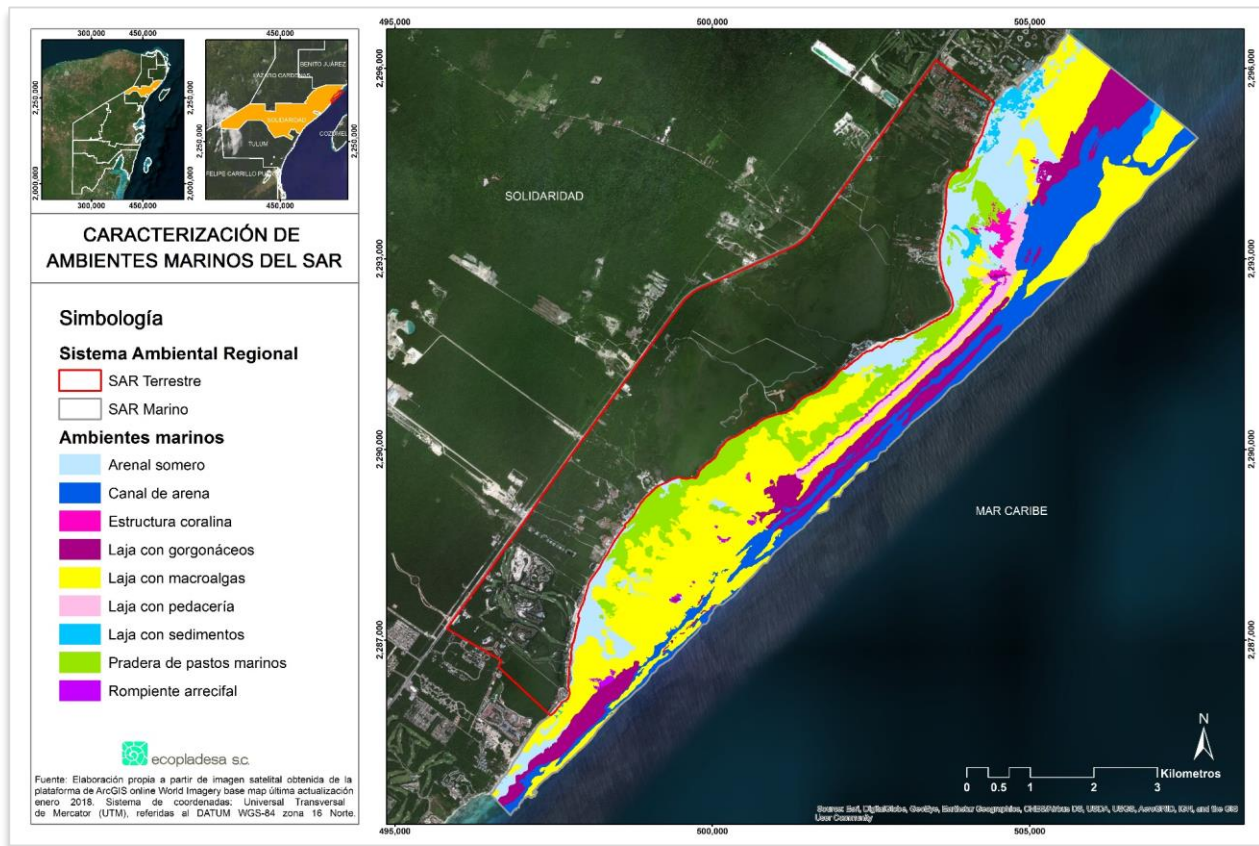


Figura 3. Caracterización del SAR marino.

Cuadro 2. Se indica la superficie ocupada por cada ambiente dentro del SAR marino.

Tipo de ambientes	Abreviación	Superficie m ²		
		m ²	Ha	%
Arenal somero	As	3,529,745.95	352.97	14.18
Pradera de pastos marinos	Pm	2,649,691.21	264.97	10.64
Rompiente arrecifal	Ra	260,475.80	26.05	1.05
Estructura coralina	Ec	235,305.72	23.53	0.94
Laja con sedimentos	Ls	406,370.68	40.64	1.63
Laja con pedacería	Lp	718,454.86	71.85	2.89
Laja con gorgonáceos	Lg	2,932,018.73	293.20	11.77
Laja con macroalgas	La	10,160,020.24	1016.00	40.8
Canal de arena	Ca	4,007,016.81	400.70	16.09
Estructuras existentes	Ee	2,100.00	0.21	0.01
Total general		24,901,200.00	2,490.12	100

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

SAR Terrestre.

Ocupa una superficie de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera. Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 5. La vegetación con mayor superficie en el SAR fue el manglar con 884.88 ha, seguida de la selva baja subcaducifolia con 488.94 ha.

La vegetación de selva tiene una altura promedio de 8 m (aunque existen ejemplares de hasta 15 m), la estructura y composición florística se encuentra en buen estado de conservación en la mayor parte de su superficie, sin quedar a salvo que puedan presentar diferentes grados de sucesión tras eventos pasados de perturbación.

El manglar presenta por lo menos cuatro distintas asociaciones y se encuentra en general en buen estado de conservación, sin embargo sí ha perdido superficie debido al proceso de erosión costera y retroceso de la línea de costa que de manera natural se da en el SAR. Esta problemática en el manglar se ve incrementada por la presencia de huracanes y tormentas que generan muerte de individuos por deshidratación, sofocación por arena e intrusión salina. Se prevé que estos daños serán incrementados por efectos del cambio climático. Otro factor que amenaza al ecosistema de manglar es el desmonte para la construcción de caminos e infraestructura turística.

En lo referente a la vegetación de duna costera en la mayor parte del SAR ha sido modificada en algún grado. Hay secciones donde se ha mantenido en su zonificación natural con la sección de halófitas costeras y matorral costero o selva baja costera, pero en otras ha prácticamente desaparecido debido al asentamiento de infraestructura de diferente índole, disminuyendo con esto la protección natural que este ecosistema ofrece ante el embate de los procesos erosivos marinos.

Como resultado de la erosión de la playa y duna costera en algunas partes del SAR existen restos palmas que han quedado expuestas al mar con efectos erosivos evidentes en sus raíces, y se percibe la pérdida de la duna observando taludes verticales, y exposición de piedras en la orilla del mar.

SAR Marino.

El SAR marino presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. Por este motivo, y con la finalidad de caracterizar la biota marina, el área de estudio se dividió en 4 secciones, de acuerdo a sus características de estructura arrecifal. Un arrecife típico de la zona del Caribe Mexicano está compuesto de 3 zonas estructurales: Laguna Arrecifal (LA), Cresta Arrecifal (CA) y Arrecife Frontal (AF), con 2 a 3 subzonas características para cada una (Gutiérrez *et al.*, 1993). Este patrón de zonación muestra variaciones en cuanto a la estructura del arrecife en las 4 secciones

definidas para el SAR de este estudio. La sección I que es donde se propone el proyecto, es la menos compleja, ya que en la Laguna Arrecifal no hay praderas de pastos marinos; la Cresta Arrecifal está prácticamente ausente y el Frontal Interior es muy incipiente. La sección II es parecida a la sección I, solamente que la Laguna Arrecifal es más compleja por la presencia de praderas importantes de pastos marinos. La sección III es la mejor estructurada, con una Cresta Arrecifal bien definida y continua, con una Laguna bien desarrollada y un Arrecife Frontal sin presencia de macizos y canales, al igual que todos los arrecifes de la parte norte de Quintana Roo. La sección IV es un sitio de transición entre la Cresta Arrecifal de Punta Maroma y la del arrecife de Puerto Morelos, de modo que se tiene una Laguna extensa y profunda con algunos parches de arrecifes coralino.

En todo el estudio que se llevó a cabo para la caracterización biológica marina para el proyecto se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, así como los gorgonáceos, *Plexaurella homomalla* y *Plexaurella dichotoma*.

El arrecife del SAR marino de este proyecto se encuentra sujeto a factores ambientales y antrópicos que provocan la baja presencia de corales constructores de arrecifes, lo cual se refleja en un detrimento de la calidad y funcionalidad de este ecosistema.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el estado de conservación del SAR es medio en su parte terrestre y marina.

2.2. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA Y DIRECTA DEL PROYECTO.

El área de influencia indirecta y directa delimitadas para el proyecto, que cuenta con una superficie total de 133.49 Ha. En el área de influencia indirecta solo se determinó la presencia de duna restaurada y playa arenosa en la porción terrestre; mientras que en la porción marina se registraron varios ambientes que incluyen arenal somero, canal de arena, laja con macroalgas, gorgonáceos, con pedacería y sedimentos, así como una sección de rompiente arrecifal como se presenta en el cuadro 3 y en la Figura 4. Cabe señalar que esta área de influencia indirecta corresponde con la Sección I de la Caracterización marina del proyecto (Anexo técnico 5).

El área de influencia directa corresponde al sitio específico donde serán desplantadas las obras, que es la zona arenosa de la palaya donde hay solamente palmeras de coco, y en la zona marina donde se desplantarán los arrecifes artificiales y modificarán los existentes, cubriendo las coberturas de laja con macroalgas, laja con sedimentos, y arenal somero. Asimismo, aquí se incluye el banco de arena ya que de ahí se realizará la extracción de este recurso para el relleno de playa.

En el área de desplante de los arrecifes artificiales se observaron colonias pequeñas dispersas de corales duros, sin embargo por las especies y coberturas registradas no están conformando formaciones arrecifales ni comunidades arrecifales, por su carácter aislado y disperso, y además corresponden a especies que se consideran “ruderales”, es

decir que no son formadoras de arrecifes, como es el caso de *Porites porites* y *Millepora complanata*. De ahí que se haya valorado que no hay afectación en comunidades ni formaciones arrecifales.

Cuadro 3. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad en la porción terrestre y marina del área de estudio.

CARACTERIZACIÓN TERRESTRE			CARACTERIZACIÓN MARINA		
TIPO	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)	TIPO	Superficie (m ²)	Superficie (Ha)
Duna costera	4,596.40	0.46	Arenal somero	82,260.33	8.23
Playa arenosa	10,029.20	1.00	Canal de arena	92,354.36	9.24
Total	14,625.60	1.46	Laja con gorgonaceos	417,393.13	41.74
			Laja con macroalgas	676,536.10	67.65
			Laja con pedacería	836.58	0.08
			Laja con sedimentos	8,848.50	0.88
			Rompiente arrecifal	39,941.56	3.99
			Estructuras existentes	2,100.00	0.21
			Total	1,320,270.56	132.02

En la parte terrestre, el hotel presenta una sección de duna que fue restaurada con especies propias de este tipo de vegetación. Esta vegetación se encuentra delimitada por los andadores del hotel y por andadores elevados intercalados en su trazo continuo. Se registraron especies como *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea pes-caprae*, *Thrinax radiata*, *Hymenocallis litorallis* y *Cocos nucifera*. También posee playa arenosa con ejemplares dispersos de *Cocos nucifera*.

De acuerdo con la caracterización marina de esta sección, la variedad de ambientes es baja y presenta muy poca complejidad de la estructura del arrecife. El arrecife solo se presenta como una rompiente arrecifal frente a Mayakoba, con estructura poco compleja por la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente.

La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde los corales como principales constructores arrecifales se encuentran pobremente representados. En la parte profunda persiste la misma situación que en todo el SAR, debido a la ausencia de un arrecife frontal con sistema de macizos y canales, de modo que solamente se encuentran algunos parches de gorgonáceos, que en algunos

sitios forma un escalón al inicio de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina.

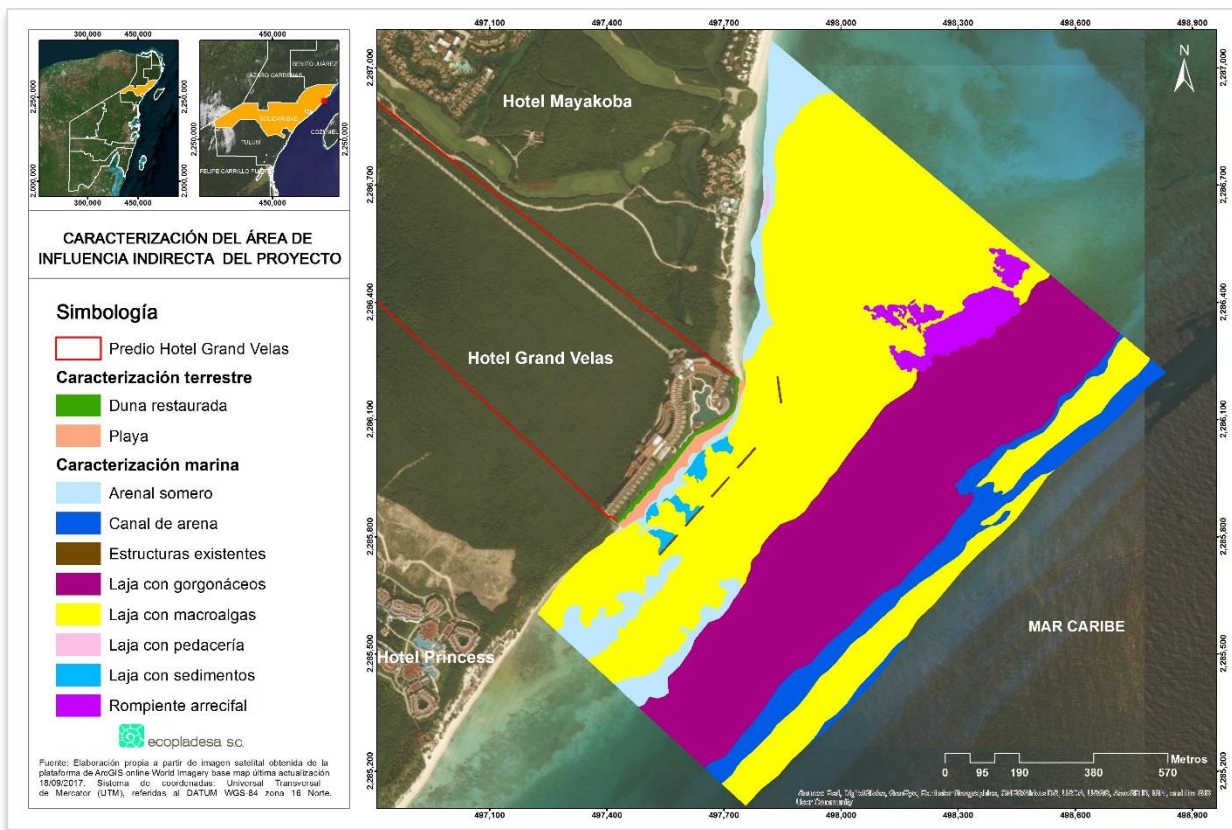


Figura 4. Caracterización terrestre y marina del área de influencia indirecta y directa.

2.3. BANCO MARINO.

El banco de arena a utilizarse, se encuentra aproximadamente a 3.5 Km al Noreste de Punta Maroma, su superficie es de 389,018.57 m² y tiene un área aprovechable de 329,264.38 m² (32.93 ha), del que se extraerán 47,104.12 m³ de arena que son necesarios para el relleno de playa en la etapa de construcción del proyecto.

El banco marino de donde se extraerá la arena incluye los siguientes paisajes naturales: en su gran mayoría presenta un sustrato de arena fina, representada por el ambiente Canal de arena. En la parte Noroeste se encontró un sustrato de laja con gorgonáceos, y en la parte Sureste una laja con sedimentos y una franja de Laja con macroalgas. De esta manera, el sustrato del canal de arena y de laja con sedimentos se encuentra en la parte central del polígono, abarcando una extensión de 329,264.38 m², lo que representa un 84.64 % del polígono; en menor proporción se presentan los ambientes: laja con macroalgas (8.41%) y finalmente laja con gorgonáceos (6.95%).

Cuadro 4. Se indica la superficie de paisajes naturales que incluye el banco de arena, y el área aprovechable

Ambiente marino	Superficie		
	m ²	Ha	%
Canal de arena	298,846.08	29.88	76.82
Laja con macroalgas	32,713.38	3.27	8.41
Laja con sedimentos	30,418.30	3.04	7.82
Laja con gorgonáceos	27,040.81	2.70	6.95
Superficie total	389,018.57	38.89	100

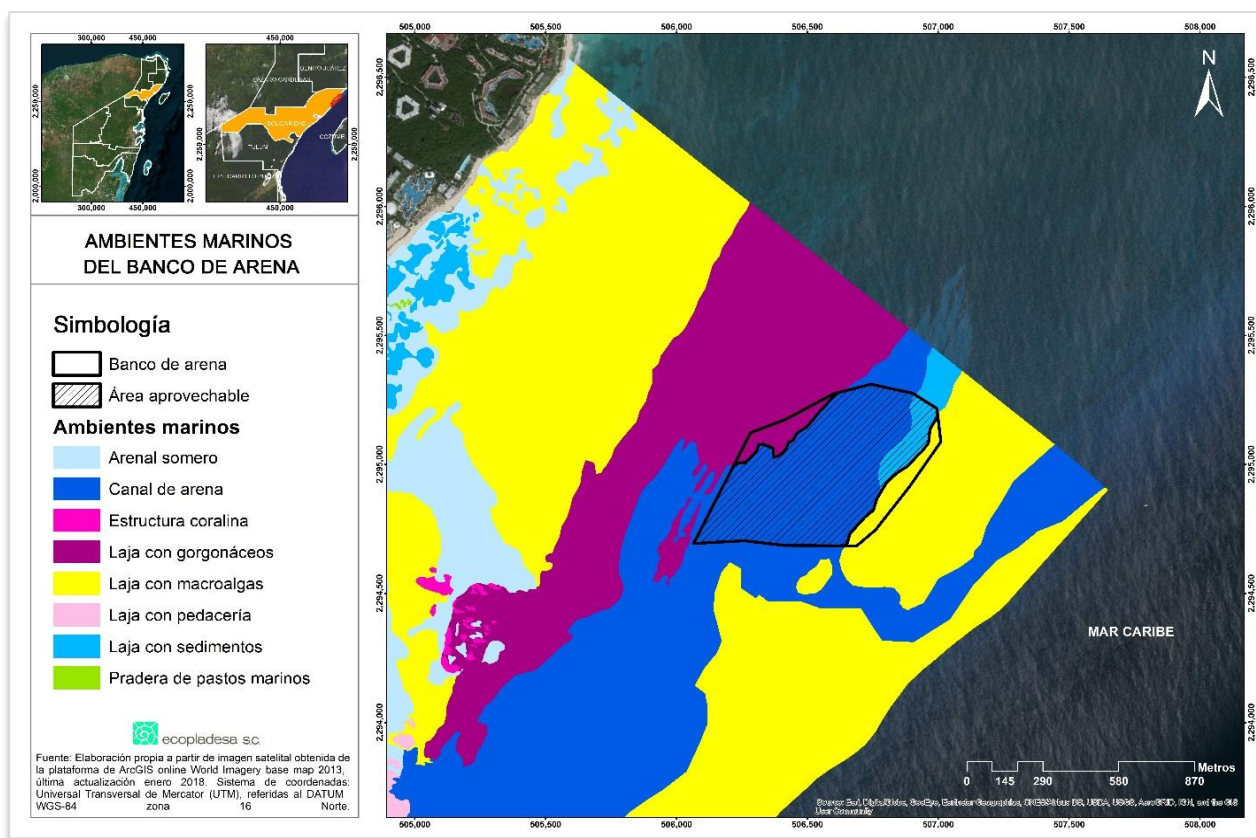


Figura 5. Caracterización del banco de arena.

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

El proyecto “Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” es una estrategia que pretende revertir y mitigar los efectos del proceso de erosión sobre la línea de costa que afectan desde años atrás y más severamente en la actualidad, al frente costero del Hotel Grand Velas.

Para la planeación y diseño de la Rehabilitación de la zona de playa del proyecto fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, oceanógrafos, ingenieros y arquitectos), quienes determinaron a través de diversos estudios (hidrográficos, diseño de proyecto ejecutivo, análisis retrospectivo de la zona, caracterización de flora y fauna,

etc.), diseñar la mejor solución ante la problemática de erosión costera en el frente de playa del proyecto con una visión regional.

Para determinar el diseño que permitiera alcanzar de la mejor manera este objetivo se analizaron cuidadosamente varias opciones constructivas, considerando combinaciones de elementos paralelos, perpendiculares y angulados con respecto a la línea de costa, así como en diferentes elevaciones y materiales.

Las protecciones paralelas a la costa como las que se proponen en este proyecto se han usado por varias décadas para recuperar áreas perdidas por la acción del oleaje en orillas de ríos y costas. La teoría básica de estas estructuras es que refractan el oleaje y lo hacen menos intenso, las olas continúan su camino hacia la costa con un ángulo diferente y chocan entre sí detrás de la protección.

El diseño del proyecto quedó conformado por tres arrecifes artificiales con las siguientes características considerando su profundidad de desplante, longitud, distancia entre ellos, ancho de corona, nivel de corona respecto de la marea media y superficie de desplante total.

Cuadro 5. Se indican las características que tendrán los arrecifes artificiales.

ARRECIFES ARTIFICIALES	1	2	3
Longitud (m)	200.00	200.00	200.00
Superficie de desplante total (m):	2,802.85	2,942.74	3,364.12
Ancho de Corona (m):	6.00	6.00	6.00
Profundidad de desplante promedio (m)	±2.0 a 2.5	±2.0 a 2.5	±2.0 a 2.5
Nivel de Corona respecto a marea media (m):	0.00	0.00	0.00
Distancia hacia la costa (m):	238.20	254.90	253.60
Distancia hacia la siguiente estructura (m)	25.0	25.0	25.0

Para la construcción de los **arrecifes artificiales** se tomó en consideración lo siguiente:

- Los tres Arrecifes artificiales denominados como A1, A2 y A3, se construirán de forma paralela a la línea de costa alineados con el arrecife natural presente al norte de punta Bete.
- Estos serán rectos y se formarán con elementos de concreto precolados de forma de cubo ranurado, que se colocarán de forma aleatoria para crear una cara irregular en donde las olas rompan y liberen energía sin tener mucha reflectividad.
- Los arrecifes artificiales tendrán la corona de 6 m de ancho y tendrán un nivel de marea media, y un talud 2 a 1 en la parte expuesta al oleaje, y de 1.5 a 1 en la parte protegida.

- Los cubos ranurados serán fabricados de concreto hidráulico armado con aditivos especiales que previenen la corrosión por cloruros marinos y con la resistencia de acuerdo al diseño para asegurar la calidad y durabilidad de los mismos. Éstos no liberan sustancias tóxicas al agua.
- Los tres arrecifes artificiales proyectados se encontrarán separados a lo largo del eje por distancias de 25.0 m entre cada uno, lo cual garantiza que las diversas especies marinas que se distribuyen en la zona puedan moverse libremente entre la playa y el mar, como sería el caso de las tortugas marinas. De esta forma, las especies podrán continuar con sus patrones de movimiento en el área y no se verán interrumpidos sus procesos de alimentación ni de reproducción.
- Por otra parte, el peso y forma de los arrecifes artificiales garantiza que no se moverán por el efecto del oleaje y las corrientes, de tal forma que no podrán afectar otras áreas ni otros ambientes dentro de la zona de influencia del proyecto ni del SAR. Para garantizar lo anterior, se realizaron cálculos de la energía que la ola ejercerá contra los arrecifes artificiales, derivado de lo anterior se obtuvo que se requeriría una energía de empuje superior a los 871 Kg para mover los arrecifes y estos tendrán un peso de 20,627.1 Kg (20.63 Ton) y 1 m³ de dimensión, es decir 23 veces más el peso requerido. Los cálculos realizados se incluyen al final del Capítulo IV de esta MIA-R.
- Es importante señalar que los cubos ranurados deben ir colocados de forma aleatoria para generar una trabazón de unos con otros de manera que funcionen de forma monolítica, además de que formen un talud con aristas que ayuden a disipar la energía de la ola y no un muro que refleje la ola.

El relleno de la playa con arena sobre la playa existente, y en los ambientes marinos de laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero. Para realizar el relleno de playa se extraerá arena del banco propuesto:

- ✓ Tiene por objeto recuperar el terreno perdido por la erosión.
- ✓ Las características de la arena extraída del banco son compatibles con la arena que se encuentra en la playa.
- ✓ La playa proveerá de sitios para la anidación de tortugas marinas tanto por su ancho como por la compatibilidad que tiene la arena del banco con la de la playa existente, evitando que haya compactación y que afecte la anidación de los quelonios.

Durante estas actividades se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a la flora y fauna terrestre y marina, así como a los factores abióticos.

La modificación de las estructuras existentes.

Las estructuras actuales serán modificadas de la siguiente forma: los bolsacretos de la corona serán desplazados hacia la base del lado que da a la playa, aumentando el ancho de la estructura a nivel del fondo marino. Los bolsacretos que se encuentran en la segunda cama se demolerán con un rotomartillo neumático sumergible de manera que tengan un tamaño que pueda ser movido por un hombre, y se utilizarán como base de los rompeolas A1, A2 y A3 usando una embarcación de apoyo. De esta manera los bolsacretos que queden tendrán una profundidad máxima de -0.8 m.

De esta manera, se ampliará el ancho de la estructura en 3.0 m y se quedarán con un largo de 70.0 m. Las sección de las protecciones modificadas que se amplía en el fondo marino tendrán un ancho de 3.0 m y un largo de 70.0 m con una superficie de 210.0 m² cada una. Estas quedarán a -0.8 m del nivel de marea y podrán ser hábitats para la vida marina como lo son actualmente.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 81 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 52 son adversos y 29 benéficos. A continuación se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto “Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas” consiste en el desarrollo de obras y actividades que conforman una estrategia integral de recuperación de playa con otros proyectos autorizados a nivel del SAR, dado que dicha playa se ha estado perdiendo por las condiciones ambientales que prevalecen en el área. Con las obras y actividades que se proponen se coadyuvará con la permanencia de los recursos naturales existentes y que estos sigan brindando los servicios ambientales que proveen. En el proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 9 impactos negativos y 4 positivos, los cuales derivan principalmente de las actividades de rescate de flora terrestre y fauna marina, el trazo de los vértices de los arrecifes y del área de anclaje, el traslado de los cubos ranurados, el uso de embarcaciones y por la presencia de personal.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con la afectación de la flora y fauna marina, y la emisión de gases y ruido durante el uso de las embarcaciones.

Se realizará la delimitación de los vértices de los arrecifes y de la zona de anclaje, por lo que durante la colocación de muertos se podrían afectar a organismos bentónicos como erizos, corales y esponjas, sin embargo, de manera previa a realizar las actividades serán

rescatados y reubicados en sitios adyacentes al área de desplante, en zonas de conservación con características similares dentro del sistema ambiental regional.

Durante estas actividades se utilizarán embarcaciones, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, sin embargo, su uso será mínimo en esta etapa. De la misma forma la presencia de empleados implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 32 interacciones de impactos negativos y 8 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con el proceso constructivo de los arrecifes artificiales, las modificaciones de las protecciones existentes y las actividades de extracción, traslado, bombeo de arena y relleno de playa.

Las actividades de construcción de los arrecifes artificiales y modificación de las protecciones existentes implican cambios en el fondo marino del sitio de desplante. Asimismo, estas estructuras se desplantarán en sitios de laja con macroalgas y de laja con sedimentos, donde podrían registrarse organismos bentónicos, sin embargo estos serán rescatados de manera previa al inicio de obras. En el banco de arena también se registraron algunos organismos bentónicos, que serán rescatados de manera previa a las actividades de extracción de arena.

Durante el uso de embarcaciones en la construcción de los arrecifes artificiales y en el proceso de demolición de las camas de las protecciones existentes, se podría generar dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades bentónicas presentes en la zona de influencia indirecta del proyecto, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta que los sedimentos se asienten en el fondo.

Durante las actividades de extracción de arena del banco marino, también se podrían generar sedimentos, los cuales serán contenidos con mallas antidispersión, por lo que no se prevé que afecten los ecosistemas adyacentes. Asimismo, se realizará el traslado de la arena en la draga, la cual se conectará a la tubería para su bombeo hacia la playa, durante estas actividades podrían derramarse cantidades pequeñas de arena, sin embargo, será mínimo. En la playa la arena será acomodada con el uso de maquinaria, la cual podría tener alguna fuga accidental, sin embargo, no es probable que esto no suceda ya que esta tendrá un mantenimiento preventivo. Sin embargo, en caso de que ocurra se tomarán las medidas necesarias para contener el derrame, y se generarían residuos peligrosos que se trasladarán al almacén con el que cuenta el hotel.

Las actividades de extracción de arena del banco, también implican cambios en el fondo marino y una reducción en el volumen de arena que posee este banco, sin embargo, esté se recuperará con el paso del tiempo.

Estas actividades implican por sí mismas las emisiones de gases y la generación de ruido durante el uso de la maquinaria y embarcaciones. Asimismo, se generarán residuos sólidos y aguas residuales por parte del personal que trabaje en el proyecto.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la generación de nuevos hábitats para la fauna, ya que los arrecifes artificiales podrán ser colonizados por la flora y fauna marina, además se contempla llevar a cabo el trasplante de corales en los mismos. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Durante estas actividades se generará un impacto negativo sobre el paisaje, por la presencia de embarcaciones en la zona marina, y por la presencia de maquinaria para el acomodo de la arena en la zona terrestre. Asimismo, se producirán residuos sólidos y de manejo especial por parte de los trabajadores.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 28 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 11 son negativos y 17 son positivos. Los impactos positivos están relacionados con los cambios en los procesos hidrográficos durante el funcionamiento de los arrecifes artificiales, los impactos sobre la flora y la fauna derivados del mantenimiento de la playa y la reubicación de palmas,

En esta etapa se generarán los impactos sobre los procesos hidrográficos relacionados con el funcionamiento de los arrecifes artificiales, los cuales reducirán la energía del oleaje y se modificarán ligeramente los patrones de corrientes y sedimentación, lo que a su vez permitirá que se mantenga más estable el relleno de playa. De acuerdo con los modelos realizados el proyecto no altera de manera significativa el flujo del agua dado que los arrecifes artificiales son paralelos a la costa y al flujo de la corriente y no bloquean el flujo natural del agua. En cuanto al transporte de sedimento, el movimiento de la arena se controlará en cierta forma con la presencia de los arrecifes artificiales, ya que por una parte disipan la energía del oleaje promoviendo el depósito de sedimento y por otra evitan que la arena escape reteniéndola de la corriente de resaca, pero las estructuras nunca interrumpen el sedimento en su totalidad.

Además que los arrecifes artificiales constituyen una propuesta de adaptación del cambio climático, ya que con el incremento del nivel del mar se han intensificado los procesos de erosión, y durante el funcionamiento de los arrecifes se reducirán estos efectos, lo que coadyuvará a la permanencia de la playa y de los ecosistemas de duna y manglar adyacente.

Con las actividades de relleno se modificará el perfil costero de manera positiva, ya que con el proyecto se pretende recuperar la playa que existía, la cual se ha perdido por los procesos que ocurren en la zona. Con ello se incrementará la zona de playa, lo que proveerá más sitios para la anidación de tortugas marinas.

En esta etapa serán colonizados los arrecifes artificiales por la flora y fauna marina. Una vez que los corales trasplantados ya estén establecidos, conformarán sitios con mayor diversidad y abundancia, y se fomentará el desarrollo del arrecife natural.

También se llevarán a cabo actividades de monitoreo, las cuales se realizarán de manera puntual, periódicamente y en un horario específico, en las que solo se contempla realizar levantamientos topobatimétricos e inspecciones visuales, en las que no se prevé ningún impacto negativo. Derivado de estas actividades, se determinará si es necesario realizar la extracción de mayor volumen de arena, por lo que se consideran todos los impactos derivados de las actividades de extracción de arena del banco, traslado, bombeo y relleno de playa, que se describieron en la sección de la etapa constructiva.

Asimismo, se generarán impactos positivos a la economía ya que se generarán empleos y el mantenimiento de la playa impulsará el atractivo turístico de la zona, lo cual se traduce en una mayor derrama económica por el mantenimiento de la ocupación turística en las instalaciones del hotel.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

De esta forma, se identificaron los siguientes procesos críticos y determinantes en la evolución de los escenarios ambientales a corto, mediano y largo plazo en el área de estudio:

- a) Cambios en la calidad del aire.
- b) Ruido
- c) Modificaciones en las estructuras existentes.
- d) Cambios en la superficie de la playa
- e) Rescate y reubicación de la flora terrestre
- f) Abundancia de la fauna terrestre o que utiliza la zona terrestre
- g) Sitios de anidación para las tortugas marinas
- h) Batimetría del fondo marino
- i) Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático.
- j) Flora y fauna marina
- k) Generación de residuos



- l) Fragilidad del paisaje
- m) Desarrollo económico.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular y para el sistema ambiental considerando:

- Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p>Estado de Conservación de los Ecosistemas</p>	<p>El Sistema Ambiental Regional determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera terrestre de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera. La vegetación con mayor superficie en el SAR fue el manglar con 884.88 ha, seguida de la selva baja subcaducifolia con 488.94 ha.</p> <p>La vegetación de selva tiene una altura promedio de 8 m (aunque existen ejemplares de hasta 15 m), la estructura y composición florística se encuentra en buen estado de conservación en la mayor parte de su superficie, sin quedar a salvo que puedan presentar diferentes grados de sucesión tras eventos pasados de perturbación.</p> <p>El manglar presenta por lo menos cuatro distintas asociaciones y se encuentra en general en buen estado de conservación sin embargo, sí ha perdido superficie debido al proceso de erosión costera y retroceso de la línea de costa que de manera natural se da en el SAR. Se prevé que estos daños serán incrementados por efectos del cambio climático.</p> <p>En lo referente a la vegetación de duna costera en la mayor parte del SAR ha sido modificada en algún grado. Hay secciones donde se ha mantenido en su zonificación natural con la sección de halófitas costeras y matorral costero o selva baja costera, pero en otras ha prácticamente desaparecido debido al asentamiento de infraestructura de diferente índole, disminuyendo con esto la protección natural que este ecosistema ofrece ante el embate de los procesos erosivos marinos.</p> <p>Como resultado de la erosión de la playa y duna costera en algunas partes del SAR existen restos palmas que han quedado expuestas al mar con efectos erosivos evidentes en sus raíces, y las dunas naturales han perdido su pendiente quedando un talud vertical, así como la presencia de rocas expuestas en la zona litoral del mar.</p> <p>El SAR marino presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. De todas las secciones del SAR marino, la más incipiente corresponde a donde se desarrollará el proyecto.</p> <p>El arrecife del SAR marino de este proyecto se encuentra sujeto a factores ambientales y antrópicos que provocan la baja presencia de corales constructores de arrecifes, lo cual se refleja en un detrimento de la calidad y funcionalidad de este ecosistema.</p>	<p>En esta sección se contempla un escenario en el cual el diseño del proyecto se realizaría sin considerar los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y la Legislación aplicable, por lo que se excederían las superficies de aprovechamiento pudiendo afectar la duna costera y por tanto se afectaría la vegetación de manglar.</p> <p>Tampoco se respetarían los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Golfo de México y Mar Caribe, por lo que podrían verse afectados las especies de flora y fauna marinas.</p> <p>El proyecto no implementaría acciones de rescate y por lo tanto se perderían las especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 registradas en el área de aprovechamiento de la porción marina.</p> <p>No se señalarían las zonas de trabajo pudiendo afectar los organismos de flora y fauna marinos durante la instalación de estructuras.</p> <p>La construcción de los arrecifes artificiales y el relleno de playa se realizarían sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar la dispersión de sedimentos en el mar, lo que podría repercutir sobre el crecimiento de los organismos de flora y fauna marinos.</p> <p>La extracción de arena se podría llevar a cabo sin control ni medidas para evitar la dispersión de sedimentos en su trayecto hacia el sitio, provocando la afectación de áreas de ambientes marinos en una mayor superficie.</p> <p>Se generarían residuos que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua, lo cual a su vez, puede dañar la vegetación y la zona marina. Así, mismo, estos residuos se acumularían con los ya existentes en la zona agravando los problemas de contaminación existentes.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas en la zona marina, estas serían dispersadas en el agua, generando posible contaminación al agua y muerte de organismos acuáticos.</p>	<p>El proyecto contempla la construcción y colocación de tres arrecifes artificiales, realizar la extracción de arena de un banco, su transporte al sitio del proyecto y el relleno de playa, así como la modificación de las protecciones de bolsacreto existentes.</p> <p>Las obras del proyecto ocuparán una superficie total de 32,213.64 m² (3.22 ha), sin considerar las protecciones existentes y aprovechará zonas terrestres y zonas marinas.</p> <p>En la zona marina se aprovechará una superficie de 22,184.44m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37%) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero.</p> <p>Por otra parte, se extraerá la arena requerida para el relleno de playa de un banco de arena marino, el cual cuenta con una superficie total de 389,018.57 m² (38.90 ha), de las cuales solo de una superficie de 329,264.38 m² (32.93 ha) se puede extraer arena.</p> <p>Los impactos a nivel del SAR en la parte terrestre se reflejarán de manera puntual en el frente de playa del hotel Gran Velas y en el mantenimiento de la flora y fauna que se relaciona indirectamente con ella, tales como la duna y el manglar. Estos impactos positivos se acumulan con los que se están realizando en otros proyectos del sistema para proteger de manera regional estos ecosistemas.</p> <p>Con los modelos de hidrodinámica de este proyecto queda en evidencia que se pretende disminuir los impactos del proceso erosivos que tiene la zona del proyecto y en general del SAR, ya que los impactos benéficos de este proyecto se sumarán a los que originen los otros que ya están autorizados en el SAR, y de esta manera se promueva la estabilización de la playa en puntos diferentes del sistema. Cuando todos ya estén instalados se podrá valorar mediante el monitoreo el desempeño ambiental de los arrecifes artificiales de acuerdo a los modelos y objetivos planteados. Para ello se realizará el monitoreo del desempeño ambiental de acuerdo al programa que se anexó a la MIA-R.</p> <p>En la zona de playa solamente hay palmeras de <i>Cocos nucifera</i>, por lo que se realizarán acciones de rescate de los 64 individuos de palmas de coco que se encuentran dispersos en la zona de playa. Una vez terminada la etapa de construcción</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
			<p>y conformado el relleno de playa, estas serán reubicadas nuevamente en la playa.</p> <p>En la zona marina se implementarán acciones de rescate de fauna en las áreas de desplante del proyecto, las cuales se reubicarán a sitios cercanos del proyecto para que continúen su desarrollo. Adicionalmente al trasplantar corales en los arrecifes artificiales se creará un ambiente que promoverá la generación a largo plazo de un hábitat de corales y organismos asociados.</p> <p>Se implementarán las medidas propuestas en el Capítulo VI y programas anexos a la MIA-R para evitar la afectación de la flora y fauna terrestre y marina.</p> <p>En cuanto al manejo de residuos, se implementarán las medidas adecuadas para su separación, acopio y disposición final de acuerdo a su tipo, planteadas en el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-R.</p>
ECOSISTEMAS TERRESTRES			
Aire	<p>En el municipio de Solidaridad a la fecha no se presentan problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento.</p> <p>En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles en la zona. También se genera ruido por el paso de vehículos y el que generan las personas que se transitan por la zona.</p>	<p>Se incrementarían los niveles de contaminación a la atmósfera por el uso de maquinaria en malas condiciones, lo que repercutiría en la fauna y salud humana, principalmente.</p> <p>Se realizaría un empleo desmedido de la maquinaria y no se respetarían horarios de trabajo, por lo que el ruido perturbaría a las diferentes especies de fauna registradas en el lugar.</p>	<p>Se prevé que con la aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, la generación de contaminantes a la atmósfera sea menor, disminuyendo el impacto sobre la vegetación, fauna y salud humana.</p> <p>Se verificará que la maquinaria y equipos antes de ingresar al predio del proyecto se encuentren afinadas y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.</p> <p>La maquinaria y embarcaciones permanecerán apagadas durante los lapsos que no se requiera.</p> <p>Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.</p> <p>Solamente se laborará en un horario de 7:00 a 17:00 hrs.</p>
Topografía	<p>Las condiciones que imperan en la zona han agravado los procesos de erosión lo que ha repercutido en la pérdida de playa, alterando su topografía. En este contexto tenemos una playa que ha sido modificada en su extensión y topografía, la cual es vulnerable a la erosión tanto eólica como provocada por el oleaje, y de mantenerse en las condiciones actuales se continuaría perdiendo, al grado de que se afecte más el ecosistema de duna adyacente.</p>	<p>Al ejecutarse el proyecto sin observar medidas de mitigación, se incrementarían los daños erosivos y físicos en la playa del mismo predio y de los aledaños.</p> <p>Asimismo, se ocasionarían desniveles topográficos o una mayor altura a la proyectada, de tal forma que se generen impactos indirectos en otros recursos.</p>	<p>Se modificará la geoforma actual, que es de 2.0 msnm (en la sección más alta) con una pendiente poco pronunciada. Con las actividades de relleno la playa se restaurará quedando a una altura máxima de 2.1 msnm, con un ancho de 25.0 m a partir de la línea cero actual, recuperando su conformación anterior.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
			<p>Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma mostrada con los escenarios del oleaje proveniente del Este, Noreste y Sureste, de acuerdo con los cuales se forman unas salientes ligeras detrás de los arrecifes artificiales. Cuando se tengan condiciones de oleaje de Noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el Sur, cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del Sureste las salientes se cargarán un poco al norte, y cuando el oleaje se presente del Este cada saliente se alineará con el centro de cada arrecife.</p> <p>Una vez que el proyecto esté construido, se realizarán monitoreos en la playa para determinar los efectos después de períodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.</p>
<p>Playa</p>	<p>Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que no son resultado únicamente de la interferencia antropogénica en el funcionamiento de los ecosistemas costeros, también es consecuencia de factores naturales.</p> <p>En el caso del Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.</p> <p>El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.</p> <p>Las fuentes de arena son limitadas, se podría decir que estas se reducen a las playas vecinas al Suroeste y al Noreste de donde pueden llegar mínimas cantidades de arena, no hay acarreo perpendicular ya que todo el frente del predio está formado de laja o partes con arrecifes pequeños, de manera que es necesario inyectar arena y proteger muy bien esa arena.</p> <p>En el frente de playa del desarrollo Grand Velas la arena es escasa porque la costa en general carece de arena, de aquí la importancia de capturar el sedimento que llega a la playa y de mantener el que se tenga en el sitio.</p>	<p>No se realizaría de manera adecuada la conformación de la playa, por lo que la posibilidad de perderla y de generar impactos en los proyectos vecinos aumentaría.</p> <p>De la misma forma, no se ofrecerían nuevos sitios para la colonización de fauna terrestre y sitios de anidación para las tortugas marinas.</p>	<p>En el proyecto se contempla realizar el relleno de playa en una superficie de 22,053.93 m², que abarca la zona de playa del hotel y parte de la zona marina.</p> <p>El relleno de playa quedará sobre la playa existente, y en los ambientes marinos de laja con macroalgas, laja con sedimentos y arenal somero.</p> <p>El proyecto coadyuvará con el aumento de los sitios potenciales para la anidación de tortugas marinas e incrementará el atractivo turístico de la zona, ya que la arena del banco propuesto es compatible en granulometría con la del sitio del proyecto.</p> <p>Se llevará a cabo el monitoreo de las condiciones de la playa y de la zona costera, de acuerdo al Programa de Desempeño Ambiental que se anexa a esta MIA-R, para verificar su gradual estabilización una vez operando el proyecto.</p> <p>Se realizará el monitoreo de la playa para determinar los cambios después de períodos de oleaje fuerte, para así dar mantenimiento según se requiera, es decir, mover la arena acomodándola con maquinaria en donde sea mejor para la dinámica costera o de ser necesario alimentar con nueva arena.</p>
<p>Flora terrestre</p>	<p>En el SAR se identificaron 4 tipos de vegetación de los cuales el 41.32% de la superficie total del SAR está constituida por manglar, seguida de la vegetación de selva baja subcaducifolia con 22.83%,</p>	<p>Al llevar a cabo las actividades sin medidas de mitigación, se afectaría la vegetación de duna costera y los ejemplares aislados de palmas de coco, dado que:</p>	<p>La flora terrestre del SAR tendrá impactos positivos indirectos por la ejecución del proyecto, al recuperar la dinámica entre una playa estable, la duna y el manglar en particular en el frente</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>selva baja costera 6.01%, y vegetación de duna 0.62. Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 5: <i>Thrinax radiata</i>, <i>Conocarpus erectus</i>, <i>Laguncularia racemosa</i>, <i>Avicennia germinans</i> y <i>Rhizophora mangle</i>.</p> <p>La vegetación terrestre de duna del SAR presenta diferentes condiciones de composición y estructura determinadas por impactos antrópicos pasados y naturales (huracanes y procesos erosivos) que se han dado en el área desde tiempo atrás y hasta la fecha. Actualmente, el impacto natural mayor hacia la vegetación de duna en Punta Bete está representado por el proceso de erosión de la geoforma. Bajo las condiciones actuales la vegetación continuará bajo presión del proceso erosivo y se incrementarán los cambios en su cobertura generados por mayor impacto del viento, oleaje y menor superficie de geoforma.</p> <p>En el área de playa donde se propone el relleno se tienen 64 ejemplares de palmas de coco (<i>Cocos nucifera</i>). Entre la vegetación de duna restaurada aledaña a la playa solo se registró una especie enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a la palma chit (<i>Thrinax radiata</i>).</p> <p>En el SAR y en el área de estudio está presente la especie exótica invasora <i>Casuarina equisetifolia</i>, introducida muchos años atrás a la zona del Caribe cuando se desconocía su poder invasor.</p>	<p>No se implementarían acciones de rescate de manera previa al inicio de obras y por lo tanto se perderían los ejemplares de <i>Cocos nucifera</i> por efectos del relleno de playa.</p> <p>No se realizaría el mejoramiento de la vegetación sobre duna conformada, sin permitir que las especies nativas tengan cobertura.</p> <p>Debido a que no se implementarían las medidas se podría afectar la vegetación de duna aledaña, y de manera indirecta por la dispersión de residuos la zona de manglar ubicada al oeste.</p> <p>Las actividades de mejoramiento de la duna conformada y reubicación de las palmas de coco no se realizarían, lo que puede provocar erosión del suelo, y dispersión de la arena que se coloque tanto en la playa como en la duna.</p>	<p>de playa del hotel Gran Velas, cuyos efectos podrán acumularse a nivel del SAR con otros proyectos que ya están autorizados.</p> <p>De manera previa a las actividades que se proponen en la porción terrestre, se llevará a cabo el rescate de los ejemplares 64 ejemplares de palmas de coco que se encuentran dispersos sobre la playa.</p> <p>Se delimitarán las áreas de maniobra para evitar afectaciones innecesarias a la vegetación de la duna del hotel.</p> <p>Se vigilará que los trabajadores no realicen corte, poda o que dañen los ejemplares de flora.</p> <p>Se llevará a cabo el mejoramiento de la duna conformada con especies nativas provenientes del vivero del hotel. De igual forma se reubicarán los ejemplares de palma de coco sobre la playa una vez realizado el relleno.</p> <p>Se llevarán a cabo actividades de monitoreo de la vegetación de duna.</p> <p>Durante el funcionamiento de los arrecifes artificiales que se instalarán, se reducirá la energía del oleaje, lo que a su vez protegerá la playa manteniéndola más estable, contribuyendo a preservar los ecosistemas de duna y manglar, para que sigan proveyendo sus servicios de protección.</p>
Fauna	<p>De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SAR definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayacobá, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SAR se registraron 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %). En la playa del predio solo se registraron aves marinas.</p> <p>En la playa del proyecto llegan a anidar tres especies de tortugas marinas, como son la tortuga blanca o verde (<i>Chelonia mydas</i>), la tortuga caguama (<i>Caretta caretta</i>) y tortuga carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>), las cuales están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies en peligro de extinción.</p>	<p>Al desarrollar las actividades sin medidas de mitigación se afectaría la vegetación de duna costera con la fauna asociada, disminuyendo su abundancia.</p> <p>La presencia del personal puede causar daños a la fauna, ya sea por la captura ilegal o por causar la muerte de algunas especies al invadir las áreas de conservación.</p> <p>El uso de maquinaria y el ruido excesivo de ésta provocaría que la fauna silvestre se desplace a otros sitios.</p> <p>Se correría el riesgo de dañar a individuos de especies de lento desplazamiento, y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran encontrarse en el sitio.</p> <p>Existiría un mayor deterioro de los hábitats utilizados por la fauna.</p>	<p>La fauna del SAR no sufrirá modificaciones y por el contrario con el proyecto se restaurarán y mejorarán los hábitats que ofrece para la fauna, en específico la playa frente al hotel Grand Velas. Este impacto benéfico se sumará a los que se generen en otros puntos del sistema en beneficio de la fauna, proveyendo mejores condiciones ambientales a nivel del SAR.</p> <p>En el área de influencia indirecta del proyecto, se mantendrá la duna restaurada que posee el hotel, la cual continuará proveyendo servicios ambientales a la fauna. Cabe señalar que no se registraron ejemplares de fauna en la duna, sin embargo, sí es posible de encontrar algunas especies que se distribuyan en el SAR en algún momento de las actividades.</p> <p>Las actividades de enriquecimiento de la duna se proveerán nuevos hábitats para la fauna, ya que se utilizarán especies nativas propias del ecosistema costero provenientes del vivero del hotel que no generan raíces que puedan dañar los huevos o dificultar la excavación de nidos.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves <i>Calidris minutilla</i> (Playero) y <i>Larus atricilla</i> (Gaviota reidora).</p>		<p>El proyecto generará hábitats adecuados para la reproducción de las tortugas marinas.</p> <p>Con el aumento en la superficie de la playa, se promoverá la colonización de fauna terrestre y sitios de anidación para las tortugas marinas, ya que la arena que se utilizará para el relleno tiene características físicas similares a la que actualmente hay en la zona, de acuerdo con los análisis de granulometría realizados, por lo que se mantendrá la intensidad de la anidación pudiendo aumentarse a largo plazo al generar una mayor estabilización en la playa con el proyecto que se propone.</p> <p>Las actividades se realizarán en los meses que no hay eventos de anidación de tortugas. El monitoreo de estas especies está a cargo del programa de protección del Municipio de Solidaridad.</p>



Rescate de Palmas de coco (*Cocos nucifera*)



Mejoramiento de las condiciones de la duna conformada en Punta Bete



Fauna observada en la zona de playa en el área de estudio de fácil movilidad.



Aumento de la superficie de playa favorecerá la anidación de tortugas marinas



ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
ECOSISTEMAS MARINOS			
Fondo marino	<p>El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto de Rehabilitación de Playa del Hotel Grand Velas, corresponde a una zona homogénea con muy poca complejidad estructural, respecto de las otras áreas del SAR. La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, en donde la heterogeneidad ambiental es muy baja, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral que no conforman formaciones ni comunidades coralinas. Estas condiciones se asocian a una baja diversidad biológica, en donde están prácticamente ausentes los corales que tienen funciones de construcción de arrecifes, razón por la cual no hay una formación arrecifal en esta área. En la parte profunda persiste la misma situación que en todo el SAR, debido a la ausencia de un arrecife frontal con sistema de macizos y canales, de modo que solamente se encuentran algunos parches de gorgonáceos, que en algunos sitios forma un escalón al inicio de la laja calcárea sobre el canal de arena, siendo a menudo los sitios con mayor abundancia de biota marina.</p> <p>El banco de arena en su gran mayoría presenta un sustrato de arena fina, representada por el ambiente Canal de arena. En la parte Noroeste se encontró un sustrato de laja con gorgonáceos, y en la parte Sureste una laja con sedimentos y una franja de Laja con macroalgas. De esta manera, el sustrato de arena se encuentra en la parte central del polígono.</p>	<p>Los arrecifes artificiales se desplantarían sobre el fondo marino sin realizar el rescate de organismos, lo cual afectaría a la biota marina.</p> <p>Se extraería arena del banco marino y se podría sobreexplotar sin medidas de vigilancia pudiendo originar cambios significativos en su tasa natural de recuperación. Asimismo, se podrían exceder las áreas aprovechables generando impactos en las zonas con organismos vivos.</p> <p>Se realizaría la remoción de la arena, la laja, algas y sustratos rocosos, lo que modificaría el fondo marino.</p>	<p>Los arrecifes artificiales se desplantarán sobre el fondo marino en donde predomina la mezcla de laja con macroalgas, en donde se realizarán acciones de rescate de fauna bentónica, aminorando el impacto sobre estos organismos.</p> <p>El desplante de los arrecifes artificiales se realizará sobre el fondo marino, sin remover el suelo ni las algas.</p> <p>Con la instalación de los arrecifes se generará otro tipo de ambiente que será colonizado por flora y fauna natural donde será posible observar y registrar el proceso de sucesión biológica. Asimismo, con el trasplante de corales se generará una cobertura de estos organismos en los arrecifes artificiales, promoviendo la conformación de una comunidad arrecifal a mediano o largo plazo. Esta conformación se realizará en coordinación con instituciones civiles y académicas que tienen proyectos de éxito en la materia.</p> <p>El impacto por la extracción de arena será puntual sobre su batimetría y volumen actual, lo cual se regenerará a lo largo del tiempo gracias a la dinámica litoral propia de la zona, que continuará aportando sedimentos, lo que aumentaría progresivamente su volumen. Los cambios en su batimetría son mínimos lo cual no repercutirá en ningún proceso local ni regional de oleaje.</p> <p>El tipo de arena con el que se rellenará la playa es compatible con la granulometría y composición de la arena de la playa. De igual forma, la arena que será utilizada para el relleno tiene la misma coloración que las arenas de la región, por lo cual no se modificará la temperatura de la arena fuera de los rangos normales para esta zona.</p>
Agua	<p>El Mar Caribe está dominado por la Corriente del Caribe que corre de S-N, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo.</p> <p>Dentro del SAR actualmente se generan sedimentos por el tránsito de embarcaciones provenientes del puerto de Calica, de las embarcaciones que salen de Playa del Carmen hacia diferentes destinos y por las propias actividades recreativas que ofrecen los hoteles aledaños al área donde pretende desarrollarse el proyecto, como</p>	<p>Las actividades de construcción de arrecifes artificiales, extracción, bombeo y relleno de arena se realizarían sin utilizar mallas antidispersión, lo cual provocaría que los sedimentos se trasladan hacia las zonas aledañas provocando afectaciones en el desarrollo de los organismos presentes.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas no se tomarían las medidas necesarias para contenerlas, lo que podría provocar la contaminación del agua.</p>	<p>Durante las actividades de construcción de arrecifes artificiales, extracción, bombeo y relleno de arena se emplearán mallas antidispersión para evitar que los sedimentos se trasladan hacia zonas aledañas, y evitar la afectación de organismos de flora y fauna.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas se tomarán las medidas necesarias para controlarlo utilizando flotadores absorbentes.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>motos acuáticas y embarcaciones privadas, además de que hay zonas puntuales en el SAR donde hay un ambiente denominado laja con sedimentos donde estos están de manera más suelta.</p>	<p>Se provocarían cambios en la calidad del agua por disposición inadecuada de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.</p>	<p>Se realizará un manejo adecuado de los residuos mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final, de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-R, con el fin de evitar que los residuos se dispersen hacia el mar.</p>
<p>Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático</p>	<p>El comportamiento de las condiciones hidrodinámicas cercanas al proyecto, está estrechamente vinculado con las características oceanográficas adyacentes. Hay una escasez de arena generalizada de las costas que ha ocasionado una desestabilización de la playa que ha llevado a una pérdida de arena importante.</p> <p>Con relación a la zona costera localizada en frente del predio del proyecto, área donde se pretende realizar el proyecto motivo del presente estudio, ésta presenta problemas de erosión fuerte. La zona Noreste de Punta Bete y la zona centro de la playa en el predio, presenta una intensa erosión, la cual se manifiesta con una duna cortada y un escarpe pronunciado. La erosión es menos evidente al Suroeste. Esta erosión puede apreciarse en la comparación de las fotos satelitales calibradas y en el análisis de los levantamientos topográficos. La duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna.</p> <p>Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante; al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.</p> <p>Al observar las imágenes satelitales, observamos que la playa del proyecto Grand Velas Riviera Maya se encuentra en una zona donde el transporte de sedimento es bidireccional, en condiciones de Surestes el acarreo es hacia el Norte y en condiciones de Frentes fríos donde el oleaje proviene del Noreste, el acarreo es hacia el Suroeste.</p> <p>De continuar en esta situación, la costa se seguirá retrayendo y continuará la erosión por el embate de tormentas y huracanes.</p>	<p>La instalación de arrecifes artificiales se realizaría sin tomar en consideración los estudios realizados, lo que podría modificar los patrones de sedimentación de manera negativa. Al no realizarlas de la forma propuesta, no podrían adaptarse para mitigar los impactos del cambio climático a largo plazo, lo cual no generaría impactos positivos a nivel del SAR.</p> <p>Esta mala planeación originaría una acumulación de arena en una sola zona y se provocaría la erosión de otros predios.</p> <p>No se cumpliría la función de los arrecifes artificiales, que tienen como propósito recuperar y proteger los ecosistemas de duna y playa.</p> <p>No ocurriría la estabilización de la zona litoral en el área del proyecto, por los efectos del embate de tormentas y huracanes.</p> <p>El relleno de playa se perdería al no tener un funcionamiento adecuado de los arrecifes artificiales.</p> <p>Se continuaría con los procesos de erosión y retroceso de la línea de costa.</p> <p>Durante las actividades propuestas se realizaría la dispersión de sedimentos, lo que podría provocar afectaciones en la flora y fauna aledaños.</p> <p>El ancho y largo del relleno variará de manera natural dependiendo de las condiciones ambientales predominantes en el sitio a lo largo del año, sin realizar el monitoreo correspondiente.</p>	<p>La instalación de los arrecifes artificiales se llevará a cabo de acuerdo con los estudios realizados y conforme a lo propuesto en esta MIA-R, con el fin de que su funcionamiento sea el adecuado.</p> <p>Durante el funcionamiento de los arrecifes artificiales se prevé que cambien los patrones de sedimentación, que, de acuerdo con los modelos de simulación, muestran que en condiciones normales, se conservará el relleno de playa de manera uniforme.</p> <p>Se rescatarán y reubicarán los individuos de fauna susceptibles de ello que se encuentren en la zona de aprovechamiento, así mismo se realizarán actividades para promover el crecimiento de colonias de coral sobre las estructuras artificiales, favoreciendo en primera instancia la colonización de algas marinas, lo que a su vez promoverá el establecimiento y expansión de colonias de coral, pudiendo conformar a mediano o largo plazo una comunidad.</p> <p>Es importante señalar que de acuerdo con los estudios hidrográficos y modelos realizados no se prevén afectaciones en los patrones de sedimentación en el litoral costero contiguo al sitio del proyecto.</p> <p>La colocación de los arrecifes artificiales, así como el mejoramiento de la duna costera restaurada, generarán condiciones propicias para la estabilización de la zona litoral en el área del proyecto ya que disminuirán la intensidad del oleaje y el ángulo de incidencia del mismo, reduciendo el transporte de arena de la playa hacia el mar.</p> <p>El banco de arena una vez que concluya la extracción del volumen que se propone para el proyecto, se regenerará de manera natural, y continuará con su dinámica de canal de arena donde es raro el establecimiento de flora, dado el tipo de sedimento.</p> <p>Para el caso de este proyecto en particular los Arrecifes Artificiales pueden ser modificados para ser adaptados al</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>El calentamiento global ha generado un cambio climático y este a su vez cambios en las variables marinas, y aunque aún existen debates en los cambios que se han generado en la intensidad y frecuencia de las tormentas estacionales y tormentas extraordinarias, en una cosa sí están de acuerdo los especialistas y es en el aumento del nivel del mar. Para la región del Caribe, el modelo de CC de CLIM Systems reporta que para el año 2100, la zona de Playa del Carmen tendrá un incremento del nivel del mar de 1.29 m de altura con respecto al año de 1995. Aunque 1.29 m pareciera poco, debido al bajo relieve de la zona, esta distancia en la vertical en varios sitios se traduce en la pérdida parcial de varias propiedades inmobiliarias, dentro de la cual estar.</p>		<p>cambio climático de forma relativamente fácil, si en algunos años adelante se decide que la protección que ofrecen ya no es suficiente, esto se puede hacer agregando una coraza en la corona y en ambos lados el que ve a mar abierto y el que ve a la costa, con los mismos materiales que se proponen en el presente proyecto.</p>
<p>Flora marina</p>	<p>En cuanto a la vegetación marina, en el SAR se encontró una elevada riqueza específica, registrando un total de 31 especies pertenecientes a 19 géneros y 5 phyla, encontrando diferentes asociaciones de especies características para cada tipo de ambiente. La Rompiente arrecifal se caracteriza por una asociación de especies de algas calcáreas de los géneros <i>Hydrolithon</i> y <i>Porolithon</i> con el alga verde calcárea del género <i>Halimeda</i>. El resto de los ambientes presentan abundancia de la especie <i>Rhipochephalus phoenix</i> en asociación otras especies.</p> <p>No se registró ninguna especie de flora marina enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni tampoco exóticas e invasoras.</p> <p>La vegetación marina continuará su desarrollo en la laguna arrecifal.</p>	<p>Se afectaría una mayor área cubierta de algas durante la construcción de las obras, reduciendo su cobertura en el área de estudio.</p> <p>Al generar sedimentación sin contención también se afectaría el desarrollo de las algas y los pastos que existen en el área de estudio.</p>	<p>Para las obras propuestas se aprovechará una superficie de 22,184.44 m², de los cuales se ocuparán 14,057.35m² (63.37 %) de laja con macroalgas, 5,352.67 m² (24.13 %) de laja con sedimento y 2,774.42 m² (12.50 %) de arenal somero.</p> <p>Se delimitarán las zonas maniobras y de aprovechamiento para evitar que se afecte mayor superficie.</p> <p>Se implementarán las medidas del capítulo VI de la presente MIA-R con el fin de evitar afectaciones mecánicas o causadas por sedimentación de partículas.</p>
<p>Fauna marina</p>	<p>En el SAR fueron registrados 9 ambientes diferentes, determinantes en la presencia y abundancia de la fauna en ellos.</p> <p>En cuanto a los peces arrecifales se encontraron 41 especies, pertenecientes a 22 géneros y 13 familias, siendo las especies más abundantes el pez cirujano <i>Acanthurus coeruleus</i>, las rubias <i>Haemulon flavolineatum</i>, <i>Thalassoma bifasciatum</i> y el pez sargento <i>Abudefduf saxatilis</i>; los ambientes con mayor riqueza de especies fueron la Estructura coralina, La Laja con pedacera y la Laja con gorgonaceos.</p>	<p>Durante las actividades de instalación de arrecifes artificiales, la extracción y relleno de playa, y modificación de las estructuras existentes, se podrían provocar daños a los organismos bentónicos que están fijos al fondo marino, o bien, que se encuentren enterrados bajo la arena.</p> <p>No se realizaría el rescate de los ejemplares de especies de fauna marina incluyendo las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, afectando su abundancia.</p> <p>Durante las actividades propuestas se provocarían daños sobre los corales por corte, poda, remoción o muerte.</p>	<p>De manera previa al inicio de actividades se realizará el rescate de los organismos bentónicos que se registren en las áreas de aprovechamiento de la zona marina, incluyendo si está presente alguna especie de coral, esté protegida o no, siempre y cuando sea susceptible de sobrevivencia. De ahí que si están presentes los dos ejemplares de <i>P. homomalla</i> y <i>P. dichotoma</i> se rescatarán.</p> <p>El proyecto solo se desplantará en zonas de laja con macroalgas, laja con sedimentos y en arenal somero.</p> <p>Se llevará a cabo el monitoreo de las especies bajo protección.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>En todo el estudio que se llevó a cabo para la caracterización biológica marina para el proyecto se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>, así como los gorgonáceos, <i>Plexaurella homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>. En el área está reportada la presencia de anidación de tortugas marinas de las 3 especies: <i>Chelonia mydas</i>, <i>Caretta caretta</i> y <i>E. imbricata</i>.</p> <p>El área destinada para la instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto Arrecifes Artificiales Grand Velas presenta una comunidad biótica pobre.</p> <p>Las estructuras de protección costera que actualmente existen instaladas frente al Hotel Grand Velas presentan una biota marina de especies pioneras con un grado de sucesión incipiente.</p> <p>De las especies protegidas registradas en el SAR, solamente se observaron dos ejemplares en el área de desplante de los arrecifes, 1 ejemplar de <i>Plexaurella homomalla</i> y otro de <i>Plexaurella dichotoma</i>, razón por la cual se clasificaron como Raras.</p> <p>Mientras que las especies protegidas de corales duros como <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i> no se registraron ni observaron en el área de desplante de los arrecifes artificiales, sólo se registraron en la rompiente arrecifal del área de influencia indirecta (Sección I), por lo que no se generarán impactos directos sobre dicha área.</p> <p>Las especies continuarán llevando a cabo sus procesos y se mantendrá el equilibrio de proporción de los grupos registrados.</p>	<p>Durante las actividades de extracción, bombeo y relleno de arena, no se establecería una ruta para evitar pasar por los ambientes con estructuras coralinas, afectando estos organismos.</p> <p>Se extraerían organismos vivos, muertos o materiales naturales del área marina.</p> <p>Se realizarían actividades de pesca, captura o comercialización de organismos.</p>	<p>Se vigilará que los trabajadores no extraigan organismos vivos, muertos o materiales naturales del área marina.</p> <p>Quedará prohibido realizar la pesca, captura o comercialización de organismos marinos.</p> <p>Se colocará señalización que indique la importancia de la fauna marina y las actividades prohibidas.</p> <p>En el área marina se colocarán boyas y señalizaciones que indiquen las áreas de trabajo. Estas señalizaciones deberán de ser visibles por la noche con la finalidad de evitar accidentes por el flujo de embarcaciones.</p> <p>Para las actividades de extracción de arena se utilizará una draga con tolva que navegará sobre la ruta propuesta, hasta llegar al punto de conexión con la tubería que bombeará la arena de la playa.</p> <p>Durante los trabajos de conexión e instalación de los equipos para el traslado de arena, se verificará que la conexión de la draga con la tubería se haga de forma correcta, esto con la finalidad de evitar la filtración de arena durante las actividades de bombeo de la arena, que pueden dispersarse y afectar a las especies marinas.</p> <p>Los arrecifes artificiales y las protecciones modificadas serán colonizados por flora y fauna marina incrementando su cobertura y ofreciendo servicios ambientales.</p> <p>Se realizará el trasplante de corales en los arrecifes artificiales en coordinación con una Institución de investigación o Asociación Civil especializados en dicha materia, lo que favorecerá el aumento en la abundancia y la diversidad, promoviendo la formación del arrecife natural.</p> <p>El aumento en el ancho de la playa y la protección contra el oleaje brindada por los arrecifes artificiales generará mejores condiciones para el desove de tortugas marinas en el frente de playa.</p> <p>En caso de que se detecten anidaciones de tortugas marinas, se avisará al personal del Municipio de Solidaridad.</p>



Sin medidas de mitigación, no se colocarían mallas antidispersión durante las actividades propuestas, lo que provocaría que los sedimentos viajen hacia la comunidad arrecifal frente a Mayacobá o del resto del SAR, causando afectaciones en su crecimiento.



Con medidas el proyecto colocará mallas antidispersión para evitar la fuga de sedimentos hacia los ambientes aledaños.



Sin medidas, no se tomarán las medidas necesarias para su control con riesgo de provocar contaminación del agua y muerte de organismos.

Con medidas, en caso de derrame accidental de sustancias peligrosas se tomarán las medidas necesarias para controlarlo utilizando flotadores absorbentes





Sin medidas: el desarrollo del proyecto afectaría las especies de corales presentes en la zona de desplante del proyecto, que aún definidas como raras son organismos susceptibles de rescate.



Con medidas: el proyecto realizará el rescate de la corales presente en las áreas de aprovechamiento y su reubicación en las áreas de conservación dentro del SAR.



Ejemplo de trasplante de corales sobre las arrecifes artificiales, como propone el proyecto para conformar una comunidad arrecifal



Sin medidas de mitigación: los trabajadores no recibirían orientación ambiental y se realizaría un manejo inadecuado de los residuos en el proyecto ocasionando su dispersión en el predio y posible contaminación al suelo, al agua y a la zona marina.



Con medidas, el proyecto implementará pláticas para la disposición adecuada de los residuos en el sitio reforzadas por la impartición de pláticas de inducción ambiental en las que se resaltarán temas sobre la conservación de flora y fauna, contaminación y manejo de residuos.



ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Residuos	<p>De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social, en el 2012 en el Estado de Quintana Roo se produjeron 487.28 Ton de residuos Sólidos Urbanos.</p> <p>En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2011, se estimó que la generación per cápita de residuos media para el estado es de 0.87 Kg/persona/día.</p> <p>De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 Kg/persona/día.</p>	<p>Se llevarían a cabo actividades de fecalismo al aire libre, lo que podría ocasionar cambios en las características fisicoquímicas del suelo y del agua subterránea.</p> <p>Se realizaría la disposición inadecuada de los residuos sólidos y peligrosos, lo que podría ocasionar la contaminación del suelo y del agua subterránea.</p> <p>Se realizaría el vertimiento de sustancias peligrosas, ocasionando cambios en las características químicas del suelo y su contaminación.</p>	<p>Durante las actividades de construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles 1 por cada 25 trabajadores.</p> <p>La limpieza y disposición de las aguas residuales estará a cargo de la empresa arrendadora.</p> <p>Se realizará un manejo adecuado de los residuos mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al sitio de disposición final, de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-R, con el fin de evitar que los residuos se dispersen hacia el mar.</p> <p>En caso de que suceda algún derrame al suelo se procederá a detener la máquina, y se realizarán acciones de saneamiento y recuperación del suelo contaminado, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas se tomarán las medidas necesarias para controlarlo utilizando flotadores absorbentes.</p>
Flujo de embarcaciones en la zona marina	<p>El flujo de embarcaciones en la zona es constante, ya que hay varias embarcaciones que salen de Puerto Calica y otros puertos de la zona.</p>	<p>La velocidad de navegación y puntos de anclaje definidos no serían respetados y se causarían afectaciones.</p> <p>Sin la colocación de señalización marina que indiquen la presencia de las estructuras existentes se pueden presentar accidentes de la embarcación y afectaciones a las estructuras.</p>	<p>Las embarcaciones navegarán a una velocidad menor a 4 nudos para evitar cualquier tipo de afectaciones.</p> <p>La navegación será por las rutas permitidas por la capitanía del puerto.</p> <p>Una vez construidas las estructuras de protección costera y siguiendo la normatividad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se deberá ubicar señalización marina al inicio y al final de la protección de manera que se puedan evitar accidentes con las embarcaciones locales, principalmente porque las estructuras se encuentran a nivel medio del mar</p>
Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 25 años son:</p>	<p>Las actividades no preverían adecuadamente la alerta de huracán o tormenta tropical, exponiendo al personal a daños físicos, o bien, dejando el equipo o maquinaria sin la protección adecuada.</p> <p>El manejo inadecuado de sustancias peligrosas puede provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio.</p> <p>Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal.</p>	<p>Los trabajos de colocación de los arrecifes artificiales, solo se deberán realizar con oleaje menor a 0.3 m.</p> <p>Si se realizan entre junio y octubre se deberán monitorear los pronósticos de tormentas y huracanes, y si se trabaja entre octubre y marzo se deberán revisar los avisos de entrada de frentes fríos.</p> <p>Cuando exista un aviso de entrada de frente frío o tormenta se deberán detener los trabajos 24 horas antes del día de entrada de dicho temporal, para lo cual se</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por el SAR. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o alrededores.</p> <p>Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generan durante la construcción de obras.</p>	<p>No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible la atención del personal que se lastime.</p> <p>No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.</p>	<p>obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la capitanía de puerto local.</p> <p>Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes.</p> <p>Se cuenta con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia.</p> <p>Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida.</p>
Paisaje	<p>El proyecto se insertará en un SAR que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico.</p> <p>El paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo (tipo gran turismo o de diferentes estrellas), playas hermosas con arena blanca; mar azul turquesa típico del Caribe en algunas de las zonas y otras con el mar color café por el aporte de materia orgánica y taninos de los humedales. Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa y de las dunas, son aquellas que transitan por la playa, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SAR, ya que en ellos pueden apreciar las condiciones de estos ambientes. Asimismo, las personas que transitan por la playa pueden percibir varias estructuras protectoras de costa, siendo que algunas sobresalen del nivel medio del mar, como es el caso de las instaladas por Mayacoba y el Hotel Grand Velas.</p> <p>En la zona de influencia terrestre hay 8 unidades de paisaje donde la infraestructura y zonas desmontadas rompen con la continuidad de la vegetación: vegetación de duna, manglar, selva, infraestructura, playa, cuerpos de agua, y áreas sin vegetación, siendo predominante la vegetación de manglar.</p> <p>En la zona marina se consideró una unidad de paisaje que corresponde a la vista que tiene el mar desde la superficie. En esta vista superficial son visibles las zonas</p>	<p>Las actividades de construcción de la obra darían una mala apariencia porque se observarían residuos dispersos y en desorden.</p> <p>Las afectaciones derivadas de la presencia de personal y maquinaria, disposición inadecuada de residuos y derrames de sustancias peligrosas, darían un mal aspecto.</p> <p>La acumulación de basura en la zona de playa daría un mal aspecto y se dispersaría hacia el mar.</p> <p>Una vez que se terminen las obras, se mantendrían los residuos que se dejen en la zona, lo que daría un mal aspecto.</p> <p>En la parte marina los arrecifes podrían sobresalir en mayor medida.</p>	<p>Durante la construcción de las obras, se realizará un manejo adecuado de los residuos de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-R.</p> <p>Las embarcaciones que se utilizarán recibirán el mantenimiento adecuado en Puerto Calica.</p> <p>Con el manejo adecuado de los residuos se prevendrán focos de infección por la basura.</p> <p>Los arrecifes artificiales estarán desplantados en promedio a nivel del mar, por lo que no serán muy visibles. Al mismo tiempo la modificación de las estructuras existentes favorecerá el paisaje actual ya que estas también quedarán bajo en nivel del agua.</p> <p>Con la implementación del proyecto se busca rehabilitar y recuperar las condiciones ambientales de la vegetación de duna costera y revertir los procesos erosivos de la playa, mejorando con ello la calidad paisajística de la zona costera del predio y creando nuevos hábitats para la colonización de organismos bentónicos y el desarrollo de gran diversidad de especies marinas.</p>

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



INDICE

1	METODOS PARA DETERMINAR EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO.....	3
1.1.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).	5
2	METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DE LA VEGETACION A NIVEL DE SAR.	6
2.1	CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN.	6
3	METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA DINAMICA COSTERA DEL SAR	7
4	METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION MARINA DEL SAR.	9
4.1	DEFINICIÓN DE AMBIENTES.	10
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LA BIOTA MARINA DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO	12
4.2.1	Abundancia:.....	16
4.2.2	Diversidad:.....	16
4.2.3	Formas de crecimiento:.....	17
4.2.4	Estructura de tallas:	17
4.2.5	Condiciones del organismo:.....	18
4.2.6	Grupos funcionales:	18
4.3	RECORRIDOS EN ESTRUCTURAS EXISTENTES.	19
4.4	MUESTREO EN ÁREAS PROPUESTAS PARA INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN COSTERA.	21
5	CARACTERIZACION DE LA BIOTA MARINA DEL BANCO DE ARENA.	23
5.1	MUESTREO EN CAMPO.	25
5.2	TRABAJO DE LABORATORIO.	26
6	CARACTERIZACION TERRESTRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.....	28
6.1	METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA RESTAURADA Y LA ZONA DE PLAYA.	28
6.2	CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE PRESENTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.	29
6.3	RETROSPECTIVO DE LA LÍNEA DE COSTA.	30
7	METODOLOGÍA PARA LA REALIZACION DEL ESTUDIO HIDROMORFOLOGICO	31
7.1	INFORMACIÓN GODESICA.	32
7.2	MAREAS.	33
7.3	LEVANTAMIENTO EN MAR	35
7.4	LEVANTAMIENTO EN TIERRA.	38
7.4.1	Topografía de playa.	38
7.4.2	Obtención de datos.	42
7.5	ESTUDIO DE CORRIENTES.	48
8	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	49
8.1	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	66
9	REFERENCIAS.	71

1 METODOS PARA DETERMINAR EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO.

El Sistema Ambiental (SAR) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto** El proyecto “Rehabilitación de la playa del proyecto Grand Velas y Casa Velas” se pretende llevar a cabo en la franja costera marina de la Fracción 2 de la Fracción 3 del Predio Punta Bete, ubicado a la altura del Km 62 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria - Puerto Juárez, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. Considera la extracción de arena de un banco ubicado a 12.6 km al norte.
- **Límites del polígono terrestre del SAR:** Para la porción terrestre del polígono del SAR, se consideraron los límites Oeste, Este y Sur establecidos para la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 17 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, donde se encuentra inmerso el proyecto. Esta UGA presenta los siguientes límites fisiográficos: limita al Oeste con la carretera Federal 307, al Este con el Mar Caribe, mientras que al Sur limita con la zona urbana de playa del Carmen, la UGA 10.

De igual forma, dicha delimitación se consideró en función de las características ambientales y funcionales de la unidad fisiográfica Punta Bete – Punta Maroma la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros.

En cuanto al límite norte del SAR, se delimitó en función de la infraestructura turística que fragmenta la unidad de humedales costeros referidos en el párrafo anterior.

- **Límites del polígono marino del SAR:** se consideró la unidad fisiográfica Punta Bete – Punta Maroma misma que se encuentra delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción de litoral y cuya existencia está delimitada por estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona en forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud en sentido Norte-Sur (Juárez *et al.*, 2006), y en algunas zonas bidireccional dependiendo del oleaje dominante.

Asimismo, se tomó de base el análisis de celdas litorales realizado en los estudios hidrográficos del proyecto. Considerando que la playa de Grand Velas Riviera Maya forma parte de un sistema de playa longitudinal con arena calcárea, se ha determinado que el sitio de interés forma parte de una macrocelda, una mesocelda y una microcelda litoral. Macro celda litoral: esta celda se encuentra delimitada al Sur por Punta Venado y al Norte por Punta Maroma. Mesocelda litoral: esta forma por límites naturales o artificiales que detienen o disminuyen el acarreo litoral longitudinal en una franja más

corta que la macrocelda, en este caso está definida entre Punta Xcalacoco al Sur y al Norte por Punta Maroma. Microcelda litoral: esta celda es una fracción del área de la mesocelda litoral descrita anteriormente que a su vez es subconjunto de la macrocelda litoral. Se considera de cierta forma independiente a las demás ya que el transporte longitudinal entre microceldas es interrumpido al Norte por la escollera de la marina de Hacienda Tres Ríos y al Sur la saliente de Punta Xcalacoco.

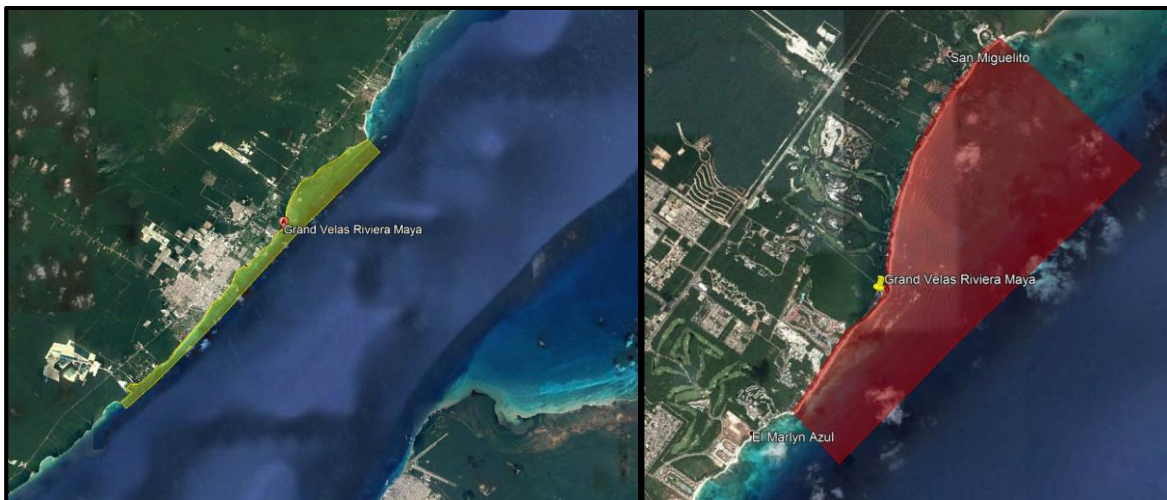


Figura 1. Izq. Macrocelda litoral definida para el análisis de sedimentos del proyecto y de la cual se tomó el límite norte del sistema ambiental. El recuadro amarillo muestra la celda litoral independiente. Los límites de la celda se deben en el Sur a una zona totalmente rocosa y al Norte a un cambio fuerte de dirección por la presencia de una forma curva en la línea de costa. La salida del sedimento es hacia aguas profundas. Der. Microcelda litoral, de la cual se tomó como límite sur para el sistema ambiental en Punta Xcalacoco.

La ubicación del banco de arena propuesto a utilizar en el proyecto y la pluma de dispersión que generaría su extracción, también se consideró como criterio en la definición del límite norte del SAR.

Analizando de manera integral las condiciones previas, el límite Norte del SAR marino se delimitó tomando en cuenta la ubicación y la pluma de dispersión del banco de arena considerado para el proyecto. En cuanto al límite Sur, se delimitó de acuerdo a la ubicación del límite de la microcelda litoral definida para los estudios de hidrodinámica. El límite Este corresponde a la isóbata de los 20 m, ya que hasta ese punto es donde se desarrolla el Arrecife Frontal Exterior, mientras que el límite Oeste es la línea de costa oficial tomada del POEL del Municipio de Solidaridad (2009).

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, lo cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. Mientras que, para el componente marino, se realizó una caracterización a partir de una prospección marina, estudios de batimetría e hidrología, además de la fotointerpretación de una imagen satelital. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a

cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección marina, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

1.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

A través del análisis digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales obtenidas del programa Google Earth pro, Sasplanet versión 121214, procesados en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de proyectos, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

La sección terrestre del SA presenta los siguientes límites físicos:

- Norte: Límite del predio del hotel Iberostar.
- Noroeste: Carretera Federal 307.
- Sur: El límite del predio del Hotel Grand Velas.
- Este y Sureste: la línea de costa del Mar Caribe;
- Oeste y Suroeste: Carretera Federal 307.

La sección marina del SAR presenta los siguientes límites:

- Este: Hasta 2,660 m de distancia mar adentro donde se ubica la isobata de los 20m.
- Oeste: La pleamar y zona terrestre.
- Norte: La proyección hacia el Este y Oeste respecto del límite de ubicación del banco de arena.
- Sur: La proyección de la ubicación en el mar a la altura de Punta Xcalacoco.

Conforme a lo anterior, se construyó en Sistema Ambiental el cual comprende la unidad fisiográfica Punta Xcalacoco – Punta Maroma (SAR PXC-PM).

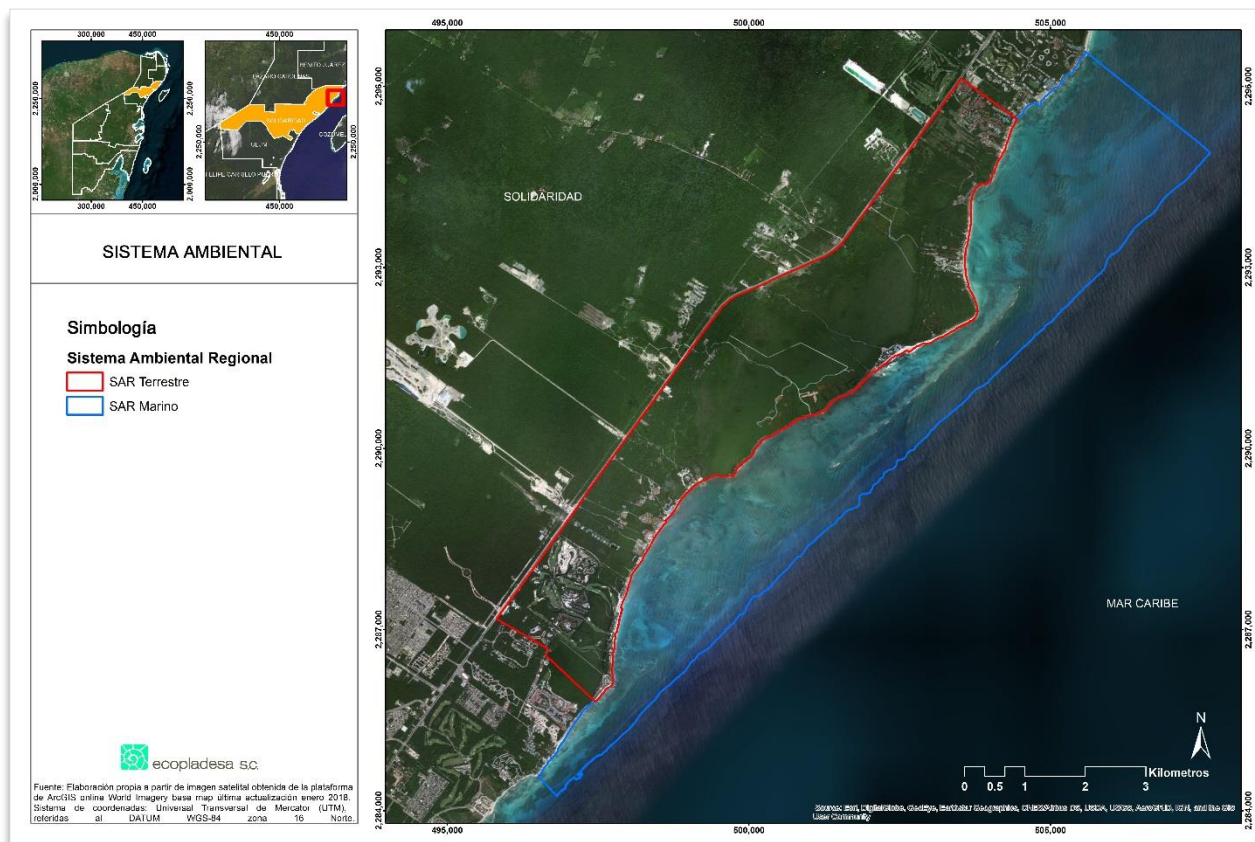


Figura 2. Se muestra el polígono del SAR en su porción terrestre y marina.

2 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACION A NIVEL DE SAR.

2.1 CARACTERIZACIÓN DE VEGETACIÓN.

Para actualizar la caracterización de los tipos de vegetación y uso de suelo en el SAR terrestre, se realizó la rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.5, de un mosaico fotogramétrico construido con imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de ArcGIS online World Imagery base map con fecha de última actualización enero 2018, así como con imágenes obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI. Para esta realización se utilizaron los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Dicho plano presenta mayor detalle con relación a la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI, ya que está generado a escala 1:1500 cuando el INEGI considera una escala 1: 250,000; y para la fotointerpretación se están utilizando fotos más recientes que las del INEGI. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SAR se reforzó con las visitas de campo realizadas en el mes de Octubre de 2017.

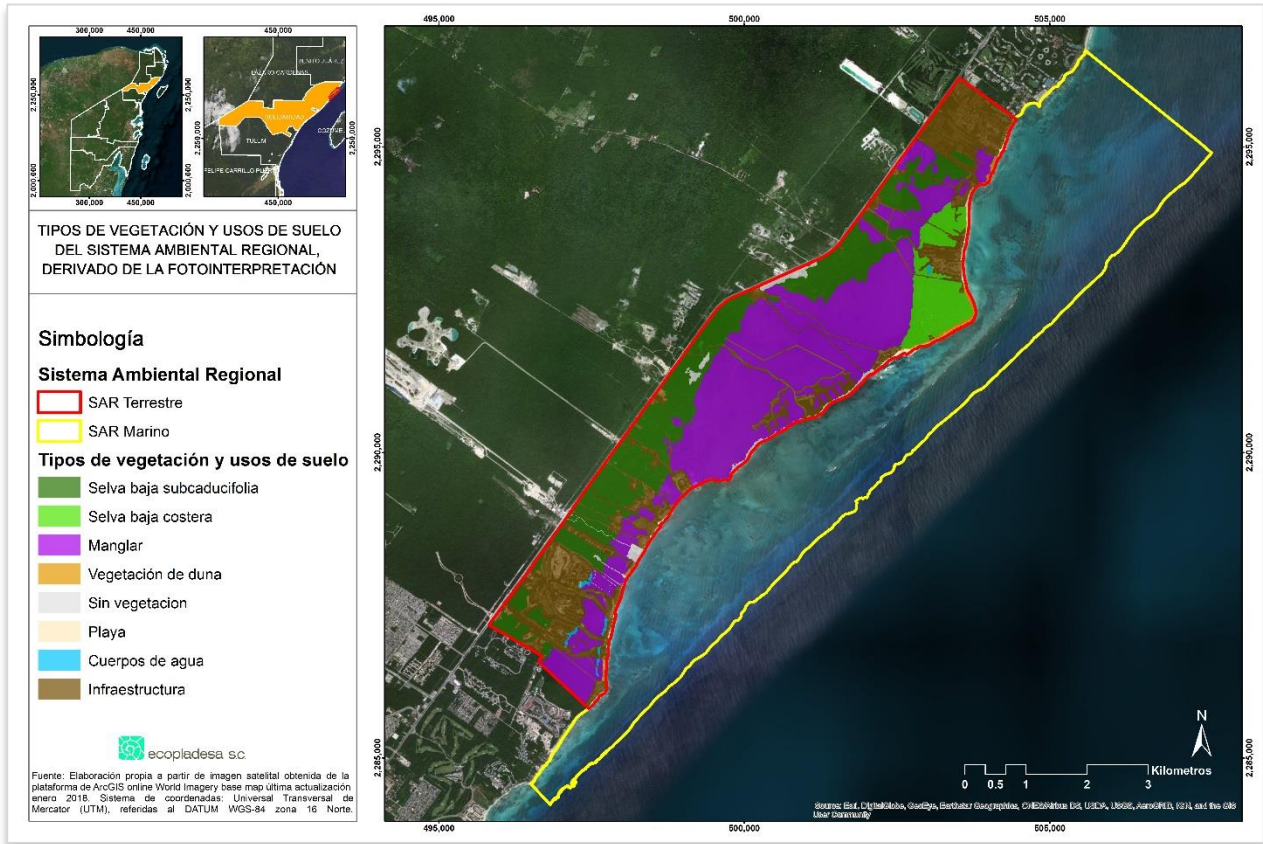


Figura 3. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación de imágenes satélites.

3 METODOLOGIA PARA DETERMINAR LA DINAMICA COSTERA DEL SAR

Para poder explicar las condiciones morfológicas y el grado de erosión que se presenta en el SAR marino, se procedió en primera instancia a la zonificación de la zona costera en tres áreas: norte, centro y sur, para poder identificar y describir de manera puntal la situación que guarda cada una de estas en cuanto al proceso de erosión que se presenta en todo el SAR. Siendo entonces que la sección norte corresponde al frente costero del hotel Iberostar y hasta el hotel El Dorado Maroma, la sección centro va desde el límite sur del predio del hotel El Dorado y hasta el límite sur del predio del hotel Tres Ríos, finalmente la sección sur quedó del límite sur del hotel Tres Ríos y hasta el Hotel Le Reve.

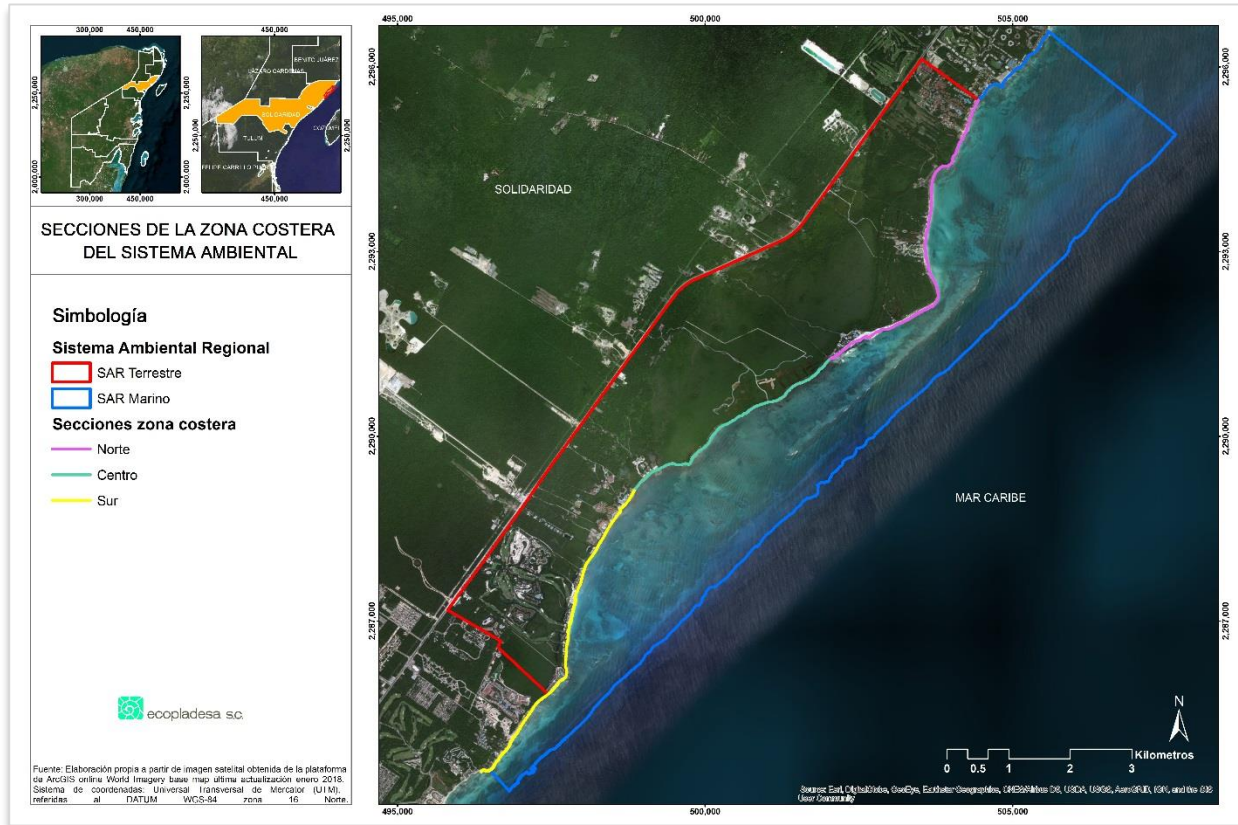


Figura 4. Se muestran las secciones de la zona costera para la descripción de los procesos de erosión del SAR.

Ahora bien, para la medición de la dinámica litoral, se recurrió al análisis de información geográfica disponible, imágenes de satélite y fotografías aéreas históricas, así como material reciente. Los resultados de estos análisis se presentan en dos apartados, el primero presenta información generada para el SAR, y posteriormente la información más particular y específica para el frente costero del predio donde se desplantara el proyecto.

Para determinar aproximadamente el grado de erosión costera en el SAR se utilizaron las siguientes imágenes:

- Imagen satelital Quickbird de 60 cm de resolución espacial de 2009.
- Imagen satelital plataforma Word Imagery de ArcGis online 2013.
- Imagen satelital obtenida de la aplicación de Google Earth pro, 2017.

Estas últimas se georreferenciaron en el programa ArcGis 10.5 y posteriormente se digitalizo la línea de costa correspondiente a cada una de las fotografías por año. Finalmente, se midió el ancho de playa perdido o ganado entre cada una de las líneas dibujadas sobre la zona de interés.

4 METODOLOGIA PARA LA CARACTERIZACION MARINA DEL SAR.

El SAR del proyecto se dividió en 4 secciones para efectos del presente estudio. Los límites que definen cada sección se describen en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1. Límites de las secciones en que se dividió el SAR del proyecto para efectos de la caracterización marina.

Sección	Límites geográficos para cada sección
SECCIÓN I	Corresponde a la parte Sur del SAR, frente a los hoteles Grand Velas, Princess y Le Reve. Abarca desde donde termina el parche de cresta arrecifal frente al Desarrollo Turístico Mayakoba a la altura del Hotel Fairmont hasta Punta Xcalacoco. Comprende una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 2.7 Km.
SECCIÓN II	Se encuentra en la parte media Sur del SAR, abarca una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 4 km. Abarca la parte marina que se encuentra frente al Desarrollo Turístico Mayakoba a la altura del Hotel Rosewood, y más al norte la parte marina frente al Hotel Blue Diamond Resort, el Hotel Ocean Maya, el Hotel Blue Bay Esmeralda y Hacienda 3 Ríos, hasta antes del área donde inicia la Rompiente arrecifal.
SECCIÓN III	Se encuentra la parte media Norte del SAR, abarca una distancia lineal paralela a la costa de aproximadamente 4.5 km. Incluye toda la parte marina con una Cresta Arrecifal bien desarrollada, con presencia continua de una Rompiente arrecifal, frente del Desarrollo Turístico Kanay hasta Punta Maroma.
SECCIÓN IV	Corresponde a la parte Norte del SAR, desde el Norte de Punta Maroma, hasta el límite Norte del polígono del SAR. Abarca una distancia paralela a la costa de aproximadamente 3.6 km, en la parte marina frente a los hoteles Iberostar, Grand Blis, y Valentín Imperial Maya.

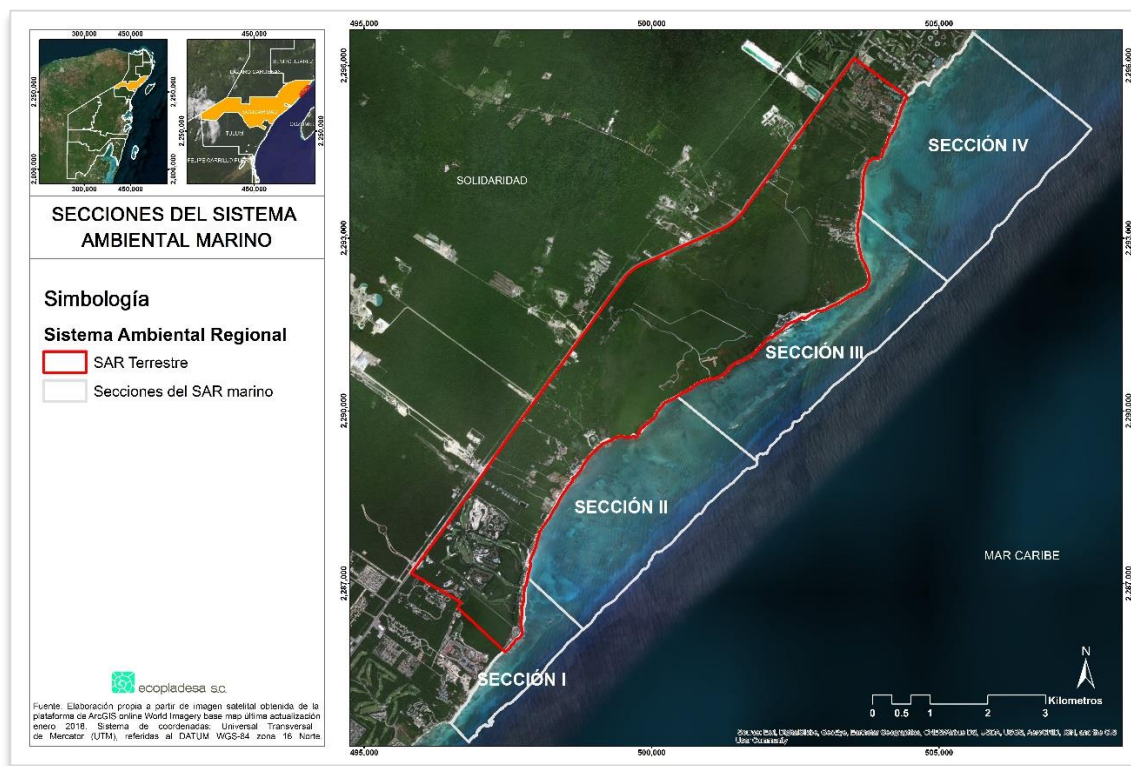


Figura 5. División en 4 secciones del SAR para el proyecto.

4.1 DEFINICIÓN DE AMBIENTES.

Se realizó un análisis de fotografía aérea y del mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano que publicó la CONABIO para definir los principales tipos de ambientes reconocidos dentro del área de estudio. Este mapa de cobertura bentónica es el producto de la clasificación e interpretación de imágenes satelitales World View-2 e información colectada *in situ*. Representa nueve paisajes o condiciones del paisaje arrecifal. Los paisajes se caracterizan por la cobertura del bentos, arreglo tridimensional del relieve y zona del arrecife, a partir de la línea de costa hasta los 20 m de profundidad (CONABIO, 2017).

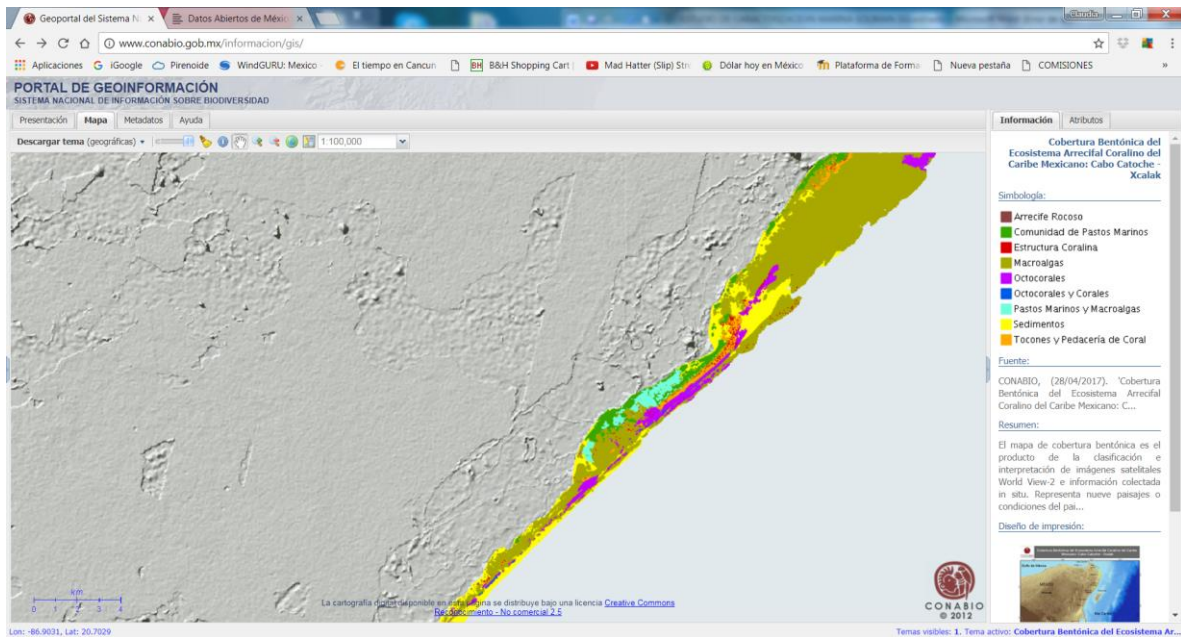


Figura 6. Mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino en el portal de la CONABIO. (http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturaagw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no).

Con esta información de base se realizó una prospección subacuática durante el mes de septiembre del 2017 para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente.

Para ello se llevaron a cabo recorridos mediante remolque de un buzo en snorkel desde una embarcación a baja velocidad 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 esta información se realizó una definición de los ambientes presentes en el SAR, y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar.

Para la elaboración de este mapa se realizó un muestreo en 93 puntos, de acuerdo a lo que se indica en la Figura y Cuadro.

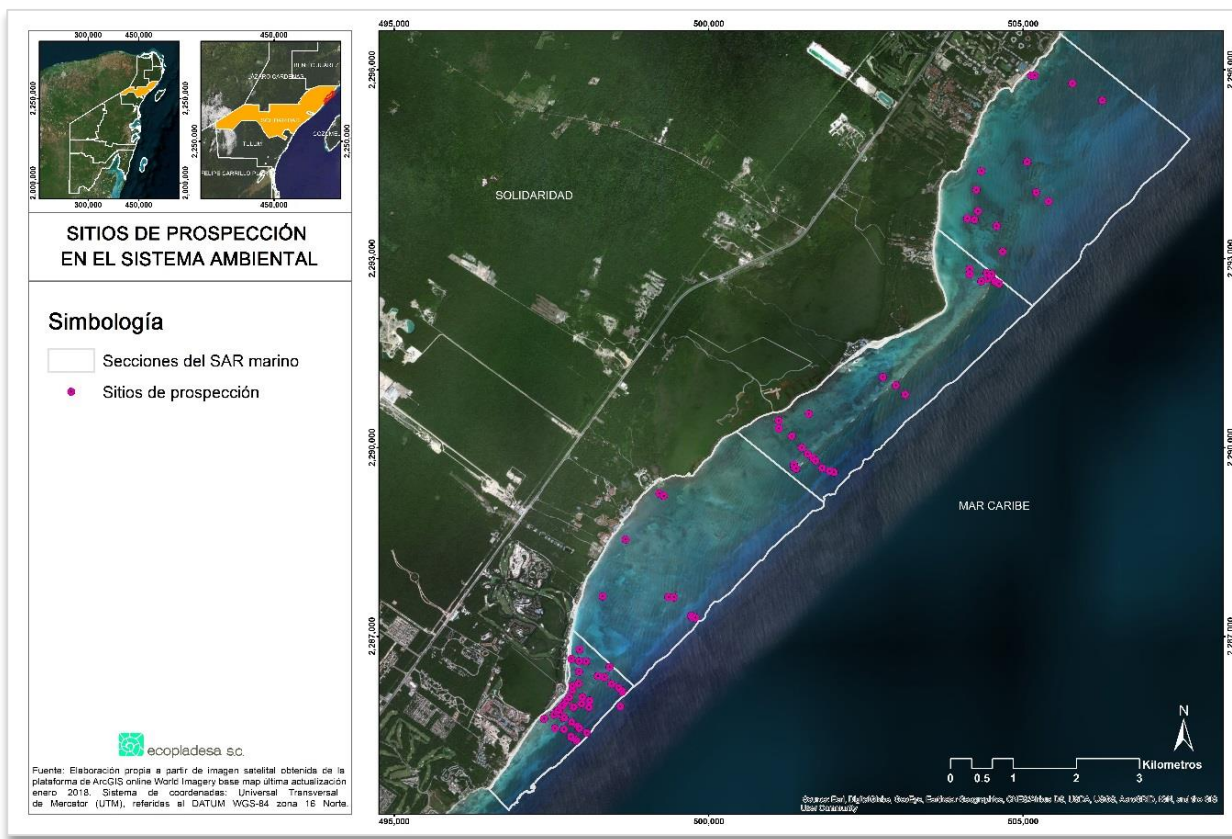


Figura 7. Sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro del SAR para el proyecto.

Cuadro 2. Referencia geográfica de los sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro del SAR.

SECCIÓN	COORDENADAS UTM	
	X	Y
Sección IV	505132	2295908
	505183	2295907
	505780	2295783
	506259	2295514
	505063	2294538
	505207	2294050
	505404	2293907
	504258	2294091
	504338	2294388
	504580	2293518
	504676	2293112
	504279	2293752

SECCIÓN	COORDENADAS UTM	
	X	Y
Sección II	498680	2288538
	499215	2289267
	499285	2289232
	498313	2287633
	499357	2287623
	499447	2287621
	499720	2287324
	499745	2287304
	499788	2287296
Sección I	497979	2285928
	498108	2285980
	498095	2285870
	498596	2285887



	504228	2293615
	504114	2293638
Sección III	504148	2292833
	504150	2292753
	504439	2292680
	504335	2292637
	504421	2292768
	504497	2292752
	504552	2292635
	504592	2292614
	504618	2292601
	501592	2290532
	502769	2291117
	502977	2290985
	503125	2290841
	501113	2290429
	501116	2290300
	501323	2290182
	501481	2289996
	501573	2289896
	501359	2289684
	501356	2289727
	501390	2289663
	501662	2289830
	501701	2289787
	501802	2289673
	501995	2289605
	501924	2289625

	497646	2285757
	497918	2285564
	497942	2285539
	498059	2285468
	497895	2285346
	497860	2285368
	497834	2285386
	497810	2285406
	497698	2285523
	497384	2285689
	498625	2286120
	498602	2286154
	498567	2286184
	498456	2286243
	498342	2286347
	498238	2286369
	498422	2286510
	498051	2286602
	497813	2286641
	497822	2285634
	497556	2285539
	497697	2285699
	497705	2285709
	497844	2285868
	497854	2285878
	497993	2286036
	497537	2285752
	497584	2285804
	497605	2285824
	497651	2285875
	497671	2285897
	497719	2285947
	497739	2285977
	497784	2286028
	497833	2286145
	497833	2286211
	497930	2286248
	497936	2286435
	497939	2286606
	497948	2286791

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA BIOTA MARINA DEL ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA DEL PROYECTO

La caracterización de la biota marina que existe frente al predio del Hotel Grand Velas se llevó a cabo mediante un muestreo intensivo durante el mes de octubre del 2017. Para ello se realizó un análisis detallado de la comunidad biótica que se encuentra presente

en un polígono de 132.02 hectáreas, con 1.5 km aproximados de distancia sobre la línea de costa, este polígono se definió como el área de influencia indirecta del proyecto.

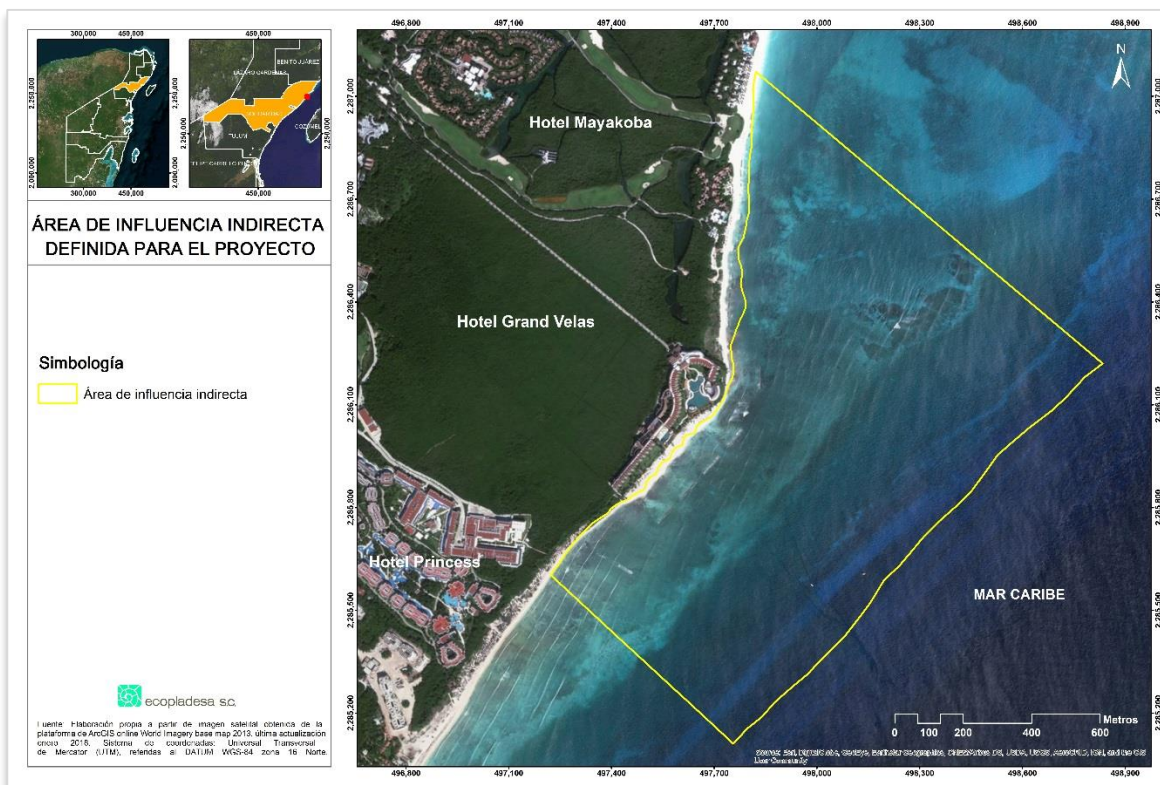


Figura 8. Área de estudio para el muestreo intensivo frente al predio del Hotel Grand Velas.

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)
- GORGONACEOS (Corales blandos)
- ICTIOFAUNA (Peces arrecifales)
- ESPONJAS
- VEGETACIÓN MARINA (Macroalgas y pastos marinos)
- INVERTEBRADOS

Para tal fin se realizó un muestreo estratificado, tomando en cuenta la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, *et al*, 1993a y Padilla, *et al.*, 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con el tipo de ambiente que se reconoció para la zona.

Se reconocieron diferentes ambientes que se encuentran a lo largo del perfil batimétrico, definiendo 7 tipos de ambientes que se muestra en el siguiente cuadro, y se presenta el número de transectos de muestreo aplicados para cada uno de los ambientes.

Cuadro 3. Patrón de zonación utilizado para la caracterización de la biota marina del área de estudio para el muestreo intensivo.

Ambiente	Abreviación	Transectos de muestreo
Arenal somero	As	1
Rompiente arrecifal	Ra	3
Laja con sedimentos	Ls	0
Laja con gorgonaceos	Lg	10
Laja con macroalgas somero	La-s	6
Laja con macroalgas profundo	La-p	5
Canal de arena	Ca	2

El presente estudio contempla los datos obtenidos para un total de 27 transectos de muestreo. La aplicación de un muestreo estratificado permitió tener una mejor representatividad de toda la estructura arrecifal, realizando el levantamiento de datos en un número de transectos distinto para cada ambiente, en función de su extensión y heterogeneidad ambiental. Los sitios de muestreo se representan gráficamente en la Figura 6, y se presentan sus coordenadas geográficas en la Cuadro 4.

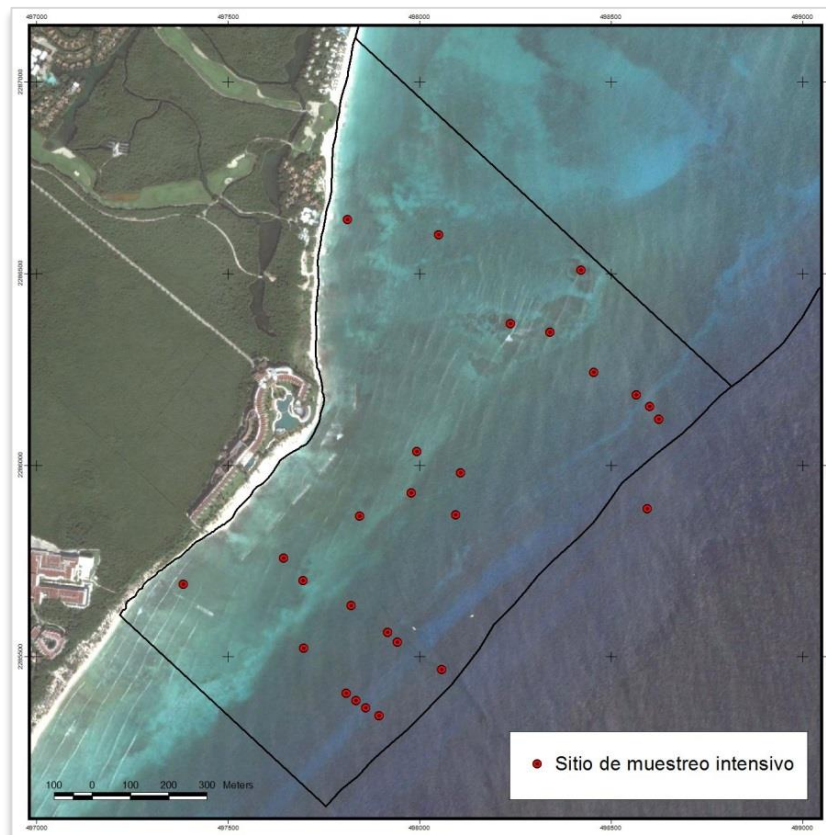


Figura 9. Sitios de muestreo intensivo en el área frente al predio del Hotel Grand Velas.

Cuadro 4. Referencia geográfica de los sitios de muestreo intensivo en el área frente al predio del Grand Velas

AMBIENTE	Abr.	COORDENADAS UTM		AMBIENTE	Abr.	COORDENADAS UTM	
		X	Y			X	Y
Arenal somero	As	497813	2286641	Laja con macroalgas somero	La-s	497697	2285699
Rompiente arrecifal	Ra	498342	2286347			497844	2285868
		498238	2286369			497993	2286036
		498422	2286510			497384	2285689
Laja con gorgonáceos	Lg	497810	2285406			498051	2286602
		497698	2285523	497646	2285757		
		497979	2285928	Laja con macroalgas profundo	La-p	497895	2285346
		498108	2285980			498625	2286120
		498095	2285870			498602	2286154
		497822	2285634	498596	2285887		
		497918	2285564	498059	2285468		
		497942	2285539	Canal de arena	Ca	497860	2285368
498567	2286184	497834	2285386				
498456	2286243						

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 10. 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 y Soto (1982), Zlatarsky y Martinez (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 al 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. A continuación, se explica cada uno de ellos.

4.2.1 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 gorgonaceos 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 Cuadro 5.

Cuadro 5. 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 %

4.2.2 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.

4.2.3 Formas de crecimiento:

Este parámetro se consideró para aquellos organismos arrecifales que crecen formando colonias, los cuales presentan un crecimiento indeterminado y cuyas formas de crecimiento pueden servir como indicadores de las condiciones ambientales a las cuales están sujetos. De esta manera se registró la forma de crecimiento de los escleractinios con base en categorías para cada taxón, según se presenta en el Cuadro 6. El análisis de este parámetro se muestra como un histograma de frecuencias por categoría de forma de crecimiento por subzona.

Cuadro 6. Categorías de formas de crecimiento para los escleractinios.

ESCLERACTINIOS	
Categoría	Forma de crecimiento
Dig	Digitiforme
Inc	Incrustante
Mas	Masiva
Ram	Ramificado
Pla	Plato

4.2.4 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 el Cuadro 7. El análisis se presenta como un histograma de frecuencias por taxón y por subzona.

Cuadro 7. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos y peces.

Clase de talla	ESCLERACTINIOS	GORGONACEOS	PECES
I	<5 cm	<10 cm	<5cm
II	5-10 cm	10-30 cm	5-10 cm
III	10-20 cm	30-50 cm	10-20 cm
IV	20-40 cm	>50 cm	20-30 cm
V	>40 cm		>30 cm

4.2.5 Condiciones del organismo:

Esta evaluación se hizo de manera cualitativa en los escleractinios y en los gorgonaceos 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

Cuadro 8. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por subzona.

Cuadro 8. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonaceos.

ESCLERACTINIOS		GORGONACEOS	
Categoría	Condición del organismo	Categoría	Condición del organismo
Sana	Sin tejido dañado	Sana	Sin tejido dañado
Sedi	Tejido cubierto con sedimento	Daño	Tejido con algún tipo de daño
Blca	Tejido blanqueado	Enfe	Enfermedad (virus, nódulos, etc)
Epib	Con organismos epibiontes		

4.2.6 Grupos funcionales:

Para los grupos de peces arrecifales y para la vegetación marina se realizó un análisis de grupos funcionales. Para ello se consideró el tipo de alimentación en los peces para definir su grupo trófico, y el tipo de pigmento fotosintético presente en las algas, de acuerdo al phylum al que pertenecen taxonómicamente, según las categorías que se especifican a continuación. Se realizó un análisis de la distribución de frecuencias por taxa de acuerdo a los grupos tróficos para los peces y los grupos taxonómicos para las algas. Las categorías se presentan en la Cuadro 9. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de grupos funcionales por subzona.

Cuadro 9. 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
Ictio	Ictiófago	Roja	Rodofitas
Omni	Omnívoro	Café	Feofitas
Planc	Planctófago	Cian	Cianofita
		Pasto	Pastos marinos

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.
- **Ictiófago:** Se alimentan de peces.
- **Omnívoro:** Consumen algas, anélidos, peces, copépodos, gasterópodos, antozoos, tunicados, cangrejos, esponjas, equinodermos.
- **Planctófago:** Se alimentan de cangrejos, camarones, estomatópodos, zoantarios y huevos de peces que forman el plancton.

4.3 RECORRIDOS EN ESTRUCTURAS EXISTENTES.

En el mes de octubre del 2017 se llevó a cabo un recorrido y muestreo por las estructuras que actualmente existen instaladas a lo largo de la costa dentro de la sección I para protección costera (Figura 11 y Cuadro 10).

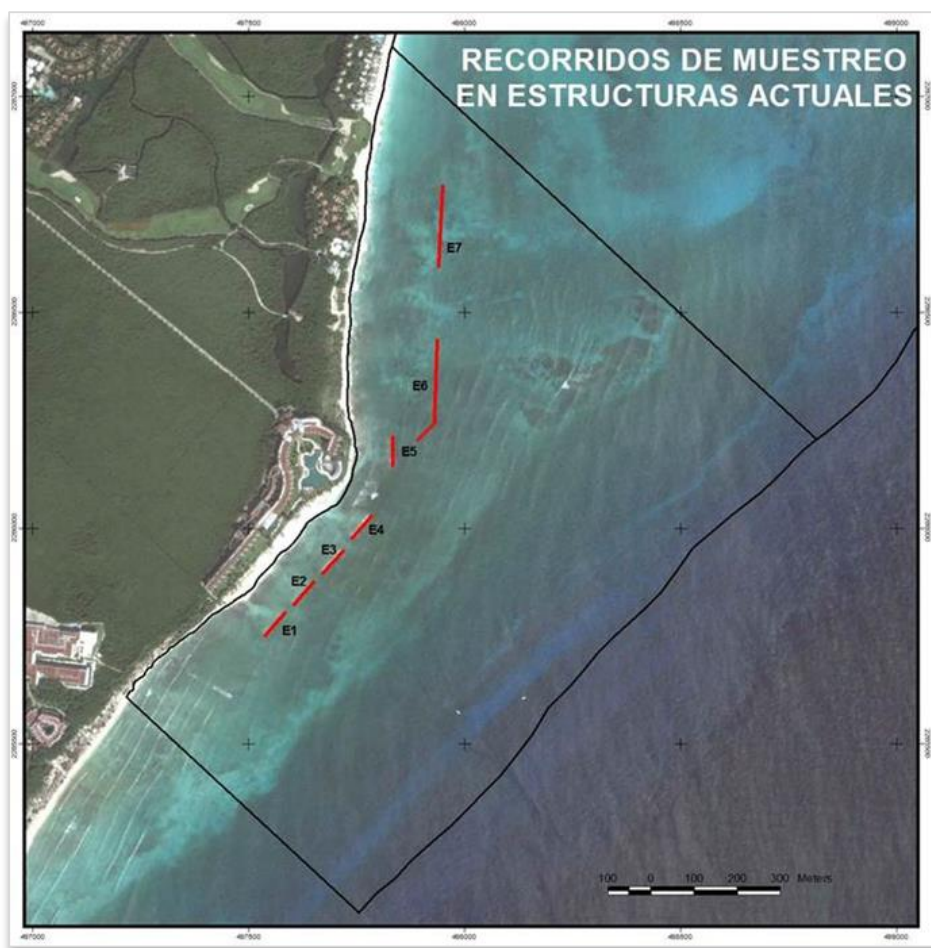


Figura 11. Recorridos para reconocimiento de biota asociada a estructuras de protección costera existentes frente al predio del Hotel Grand Velas.

Cuadro 10. Referencia geográfica de las estructuras de protección costera existentes en la sección I.

Estructuras frente al Hotel Grand Velas

Estructura	COORDENADAS UTM	
	X	Y
E1	497559	2285777
E2	497625	2285848
E3	497694	2285922
E4	497758	2285999
E5	497833	2286177

Estructuras al Norte del Hotel Grand Velas

Estructura	COORDENADAS UTM	
	X	Y
E6 inicio	497884	2286204
E6 ángulo	497924	2286251
E7 fin	497948	2286797

Este recorrido se realizó por un total de 7 estructuras, tanto por la parte de Barlovento (lado externo o expuesto a la energía del oleaje) como por el Sotavento (lado interno o protegido de la energía del oleaje) y se registró el tipo de biota marina que existe asociada a cada una.



Figura 12. Muestreo de reconocimiento de la biota asociada a estructuras de protección costera existentes frente al predio del Hotel Grand Velas.

Se revisaron a detalle las 5 estructuras que se encuentran instaladas frente al Hotel Grand Velas (E1-E5), y se hizo un recorrido por la parte interna de las estructuras que actualmente se encuentran en proceso de instalación al Norte del Hotel Grand Velas (E6 y E7).

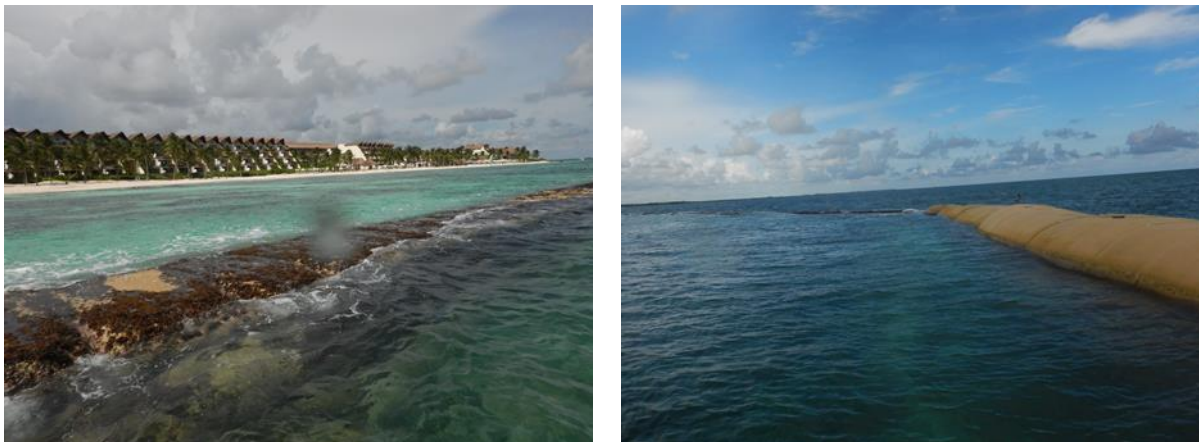


Figura 13. Estructuras de protección costera. Estructuras instaladas anteriormente frente al Hotel Grand Velas E1-E5 (izq), y estructuras en proceso de instalación al Norte del Hotel Grand Velas E6 y E7 (der).

4.4 MUESTREO EN ÁREAS PROPUESTAS PARA INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN COSTERA.

En el área en donde se tiene programado realizar la instalación de las estructuras artificiales se realizó un muestreo y prospección intensiva, con la finalidad de describir a detalle la biota existente en estos sitios. Con esta finalidad se realizaron recorridos de prospección en 3 secciones, definidas como Norte, Centro y Sur (Figura 14 y Cuadro 11).

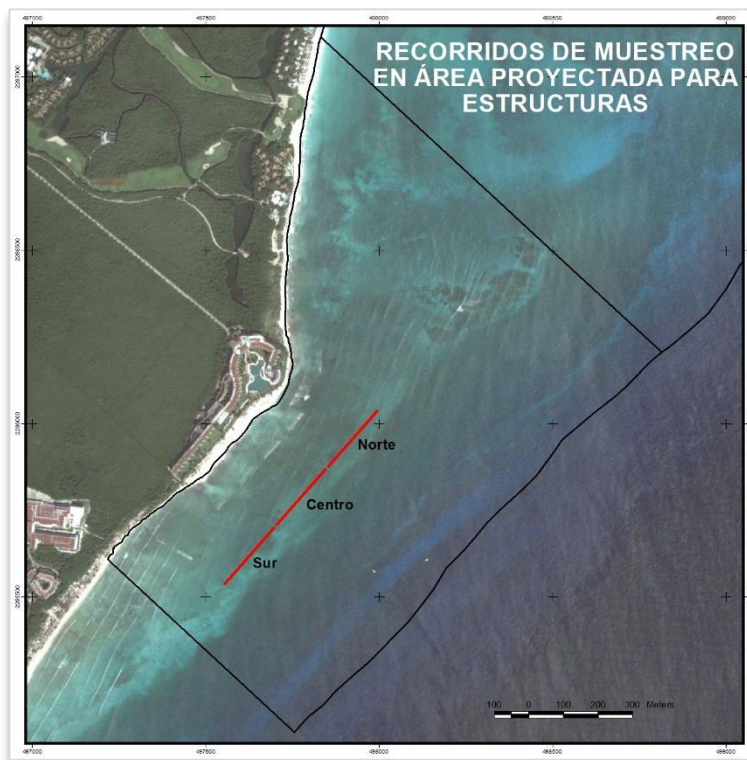


Figura 14. Recorridos de prospección para descripción de la biota marina asociada a los sitios propuestos para instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto.

Cuadro 11. Referencia geográfica de los recorridos de prospección en las áreas propuestas para instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto.

Sección	Extremo	COORDENADAS UTM	
		X	Y
Norte	inicio	497854	2285878
	fin	497993	2286036
Centro	inicio	497705	2285709
	fin	497844	2285868
Sur	inicio	497556	2285539
	fin	497697	2285699

Para definir la ruta en la que se realizaron de los recorridos se instalaron boyas en cada extremo de las 3 secciones, amarradas a un peso muerto.

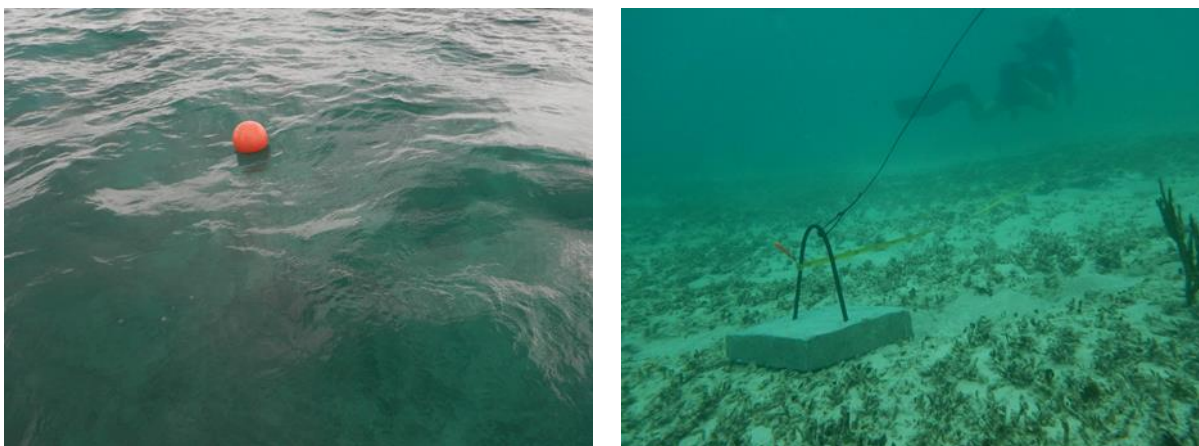


Figura 15. Boya y peso muerto para definir la ruta a seguir durante los recorridos de prospección en los sitios propuestos para instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto.

En cada sección se llevó a cabo un muestreo con una cinta métrica de 50 metros de largo, y se tomaron datos a 2 metros de cada lado para la biota bentónica. Para la vegetación se colocó el cuadrante de 25 x 25 cm a cada 10 metros de distancia sobre la cinta métrica y se contó el número de cuadros por especie.



Figura 16. Boya y peso muerto para definir la ruta a seguir durante los recorridos de prospección en los sitios propuestos para instalación de las estructuras de protección costera para el proyecto.

5 CARACTERIZACION DE LA BIOTA MARINA DEL BANCO DE ARENA.

La caracterización biológica del banco de arena en donde se pretende realizar la extracción del sedimento se llevó a cabo durante el mes de octubre del 2017. El muestreo consistió en 3 tipos de muestreo para su caracterización a detalle:

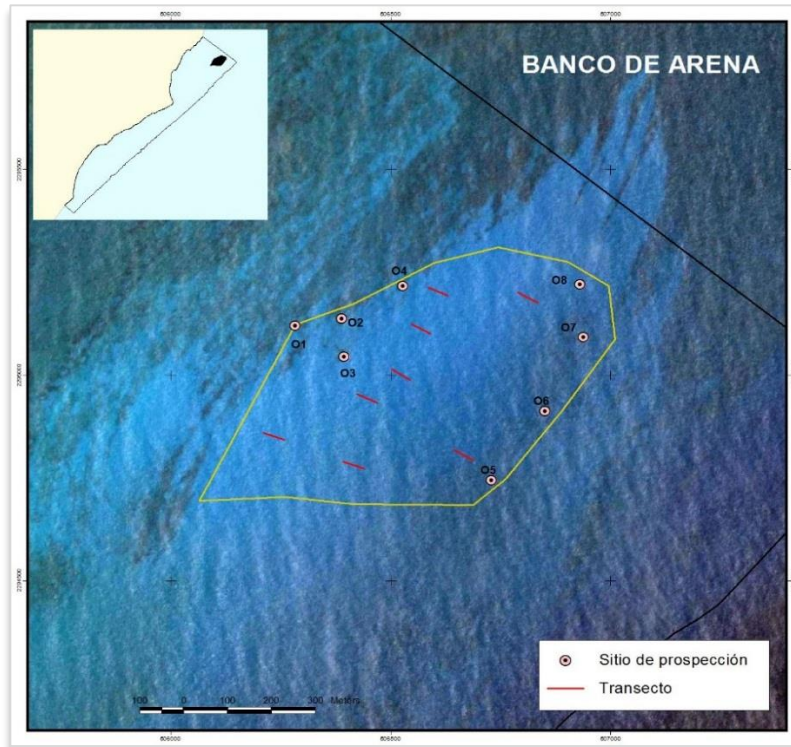


Figura 17. Polígono del banco de arena identificado como sitio de extracción de sedimento (línea amarilla). Se muestran los sitios donde se llevaron a cabo los transectos para muestreo de biota conspicua y toma de muestras de sedimento para análisis de infauna (líneas rojas), así como los puntos donde se realizaron los recorridos de prospección (puntos negros).

- Transectos de 50 m: Se realizó el registro de datos para caracterizar la presencia de biota béntica conspicua e ictiofauna presente, y se midió la profundidad del sedimento cada 10 metros (Cuadro 12).
- Toma de muestras de sedimento: En cada sitio donde se realizaron los transectos se tomaron 2 muestras de sedimento, una al inicio del transecto y otra al final, las cuales se procesaron en laboratorio para análisis de la infauna presente en el banco de arena (Cuadro 12).

Cuadro 12. Referencia geográfica de los transectos de muestreo para caracterizar la biota béntica, ictiofauna e infauna presente en el Banco de arena propuesto para extracción de sedimento del proyecto.

TRANSECTO		COORDENADAS UTM		DISTANCIA (m)
		X	Y	
3A1	Inicio	506,258.99	2,294,842.81	50
	Fin	506,211.35	2,294,859.84	
3A2	Inicio	506,686.38	2,294,792.76	50
	Fin	506,643.33	2,294,818.56	
3A3	Inicio	506,833.28	2,295,176.21	50
	Fin	506,788.94	2,295,201.33	
3A4	Inicio	506,439.50	2,294,773.26	50
	Fin	506,391.61	2,294,789.44	
3A5	Inicio	506,470.36	2,294,932.32	50
	Fin	506,423.57	2,294,953.49	
3A6	Inicio	506,543.95	2,294,988.33	50
	Fin	506,501.38	2,295,014.66	
3A7	Inicio	506,590.82	2,295,100.97	50
	Fin	506,546.10	2,295,125.04	
3A8	Inicio	506,630.08	2,295,192.82	50
	Fin	506,585.27	2,295,213.63	

- Recorridos de prospección: Se realizó el remolque de un buzo y nados en diferentes puntos del polígono fuera de los sitios de muestreo para determinar las características generales del banco en cuanto al tipo de sustrato, presencia de biota conspicua y/o vegetación marina, para la elaboración de un mapa de ambientes de esta área. La distancia recorrida fue indeterminada (Cuadro 13).

Cuadro 13. Referencia geográfica de los recorridos de prospección para determinar tipo de sustrato en el Banco de arena propuesto para extracción de sedimento del proyecto.

Extremo	COORDENADAS UTM	
	X	Y
O1	506284	2295119
O2	506389	2295137
O3	506395	2295044
O4	506528	2295216
O5	506730	2294744
O6	506851	2294912
O7	506938	2295091
O8	506930	2295220

La caracterización del banco de arena se realizó a partir de un análisis de la biota que se encuentra presente, a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de cuatro elementos bióticos principales:

- **BIOTA BÉNTICA:** Organismos que viven asociados al fondo marino, ya sea que se encuentren fijos al sustrato o que se muevan sobre él. Los grupos taxonómicos que se consideraron para este tipo de biota son:
 - Esponjas
 - Cnidarios
 - Anélidos
 - Equinodermos
 - Moluscos
 - Crustáceos

- **VEGETACIÓN MARINA:** Macroalgas y pastos marinos.

- **ICTIOFAUNA:** Comunidad de peces que se encuentra en la columna de agua. Todos ellos pertenecen a un mismo grupo taxonómico de los Osteichthyes, que son los peces óseos o con esqueleto.

- **INFAUNA:** Organismos que viven enterrados en el sedimento. Para este tipo de biota se consideraron los siguientes grupos taxonómicos:
 - Sipuncúlidos
 - Nemátodos
 - Anélidos
 - Briozoarios
 - Cnidarios
 - Moluscos
 - Equinodermos
 - Crustáceos

5.1 MUESTREO EN CAMPO.

El muestreo se llevó a cabo siguiendo métodos convencionales. Para los muestreos de fauna bentónica e ictiofauna se emplearon las técnicas descritas en Gutiérrez, *et al.*, 1993b, 1995; Lara, *et al.*, 1994a, 1994b, 1994; y Padilla, *et al.*, 1994), usando transectos de línea de 50 m de longitud (*sensu* Loya, 1972; modificado por Porter, 1972) como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos estudiados.

El método de muestreo se aplicó según el grupo taxonómico. Para la biota bentónica se registró el número de organismos por especie que se encontraron a 2 metros a cada lado del transecto, teniendo un área muestreada de 200 m² por transecto. Para los peces se registró el número de peces por especie que se observaron a lo largo del transecto y sobre la columna de agua. En el caso de la vegetación marina se utilizó un cuadrante de 25 x 25 cm dividido en 25 cuadros de 25 cm² cada uno y se contó el número de cuadros por especie para estimar la cobertura, teniendo una muestra de 6 cuadrantes por cada transecto; cubriendo un área de 3,750 cm² en cada uno (Figura 18).

La identificación de especies se llevó a cabo *in situ* para el caso de la biota bentónica, para la vegetación marina y para la ictiofauna; y en el caso de la infauna se llevó a cabo posteriormente en el laboratorio. La identificación de especies se apoyó con diferentes guías de campo (Colin, 1988; Greenberg y Greenberg, 1977; Humman, 1989; 1993; Jones y McCormick, 2002; Littler *et al.*, 1989; Stokes, 1984; Zea, 1987).

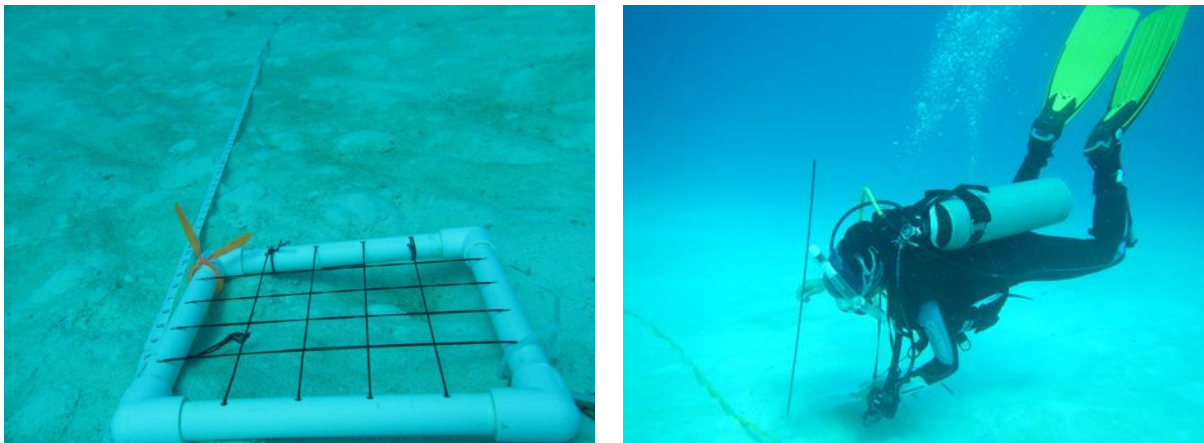


Figura 18. Transectos lineales de cadena para muestreo de fauna bentónica e ictiofauna. Y medición de la profundidad de la capa de sedimento.

Para el muestreo de la infauna se utilizó un nucleador de PVC que toma muestras de 27 cm de diámetro por 20 cm de alto. Dicho nucleador se sumergió en el sedimento para tomar una muestra de aproximadamente 570 cm² de superficie del sedimento, y de 11,450 cm³ (11.45 litros) de volumen de sedimento. Se tomaron 2 muestras por cada transecto (Figura 19).

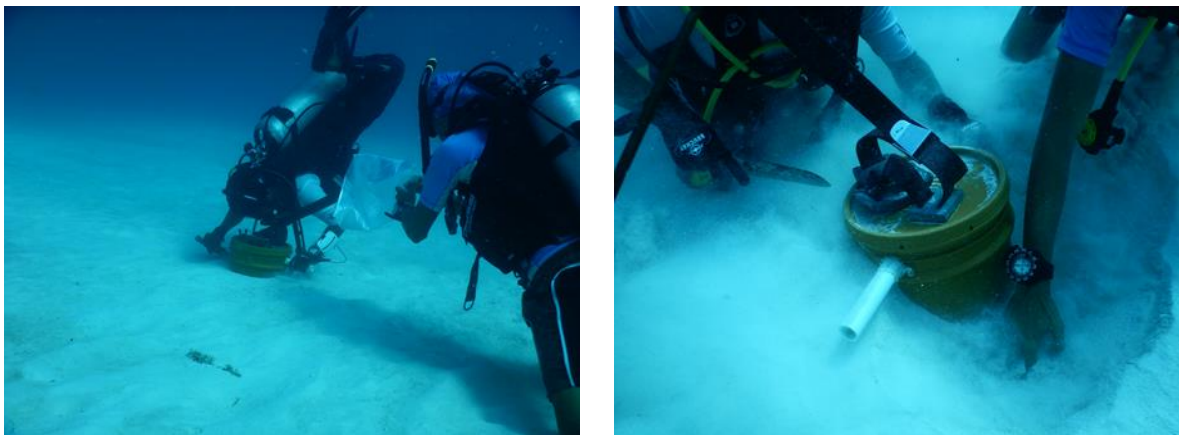


Figura 19. Toma de muestra de sedimento para el muestreo de infauna.

5.2 TRABAJO DE LABORATORIO.

Posteriormente, cada muestra de sedimento fue procesada en un sistema de resuspensión de sedimentos por flujo continuo de agua para separar la fauna de organismos intersticiales de la arena. El sistema se compone de dos cubetas de plástico, un recipiente grande, un embudo (garrafón de agua invertido), un juego de tamices (100-

1,000 micras de luz de malla) y una bomba sumergible que hace circular el agua. El mecanismo es el siguiente: en el recipiente grande se coloca agua y se sumerge la bomba, ésta se conecta a la parte inferior del embudo transparente. En la parte superior del embudo se coloca la muestra de arena. Cuando se hace funcionar la bomba, el agua empuja la arena hacia arriba y suspende a los organismos, los cuales caen en el tamiz para retenerlos y el agua vuelve a recuperarse en las cubetas (Figura 20).



Figura 20. Sistema de filtración para colecta de invertebrados intersticiales de la infauna y muestras de sedimento obtenidas.

Los organismos recolectados en cada muestra fueron depositados en frascos de plástico, fijados con formol al 5%, y etiquetados. Posteriormente, los organismos se revisaron al microscopio de disección para la separación por grupos taxonómicos, e identificación taxonómica (Figura 21).



Figura 21. Separación de organismos de la infauna, y su posterior identificación taxonómica bajo microscopio de disección.

Los análisis que se llevaron a cabo para la caracterización de la biota fue la elaboración de listados de especies en donde se puede apreciar la composición de especies en cada uno de los sitios muestreados, con una estimación de abundancia relativa por sitio.

6 CARACTERIZACIÓN TERRESTRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

6.1 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA RESTAURADA Y LA ZONA DE PLAYA.

Como área de estudio terrestre, se definió el frente costero del predio del Hotel Grand Velas, esta área comprende la zona de Duna costera y la playa, abarcando una superficie total de 14,625.60 m². El siguiente cuadro indica las superficies que ocupa cada una de las unidades ambientales consideradas para el área de estudio terrestre.

Cuadro 14. Superficies de las unidades ambientales que conforman el área de estudio terrestre.

Área de estudio	Superficie		
	m ²	Ha	%
Duna costera	4,596.40	0.46	31.43
Playa	10,029.20	1.00	68.57
Superficie total	14,625.60	1.46	100.00

El trabajo de campo de prospección en el sitio se llevó a cabo en octubre de 2017 para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que definen las áreas de vegetación, en este caso el área de duna costera, de igual forma se delimitaron aquellas áreas que carecen casi por completo de vegetación como la playa.

Se realizó un sobrevuelo con Drone marca Phantom 4 pro, para la obtención de una fotografía aérea conformada a través de un ortofotomosaico, el cual se obtuvo tras un proceso de análisis de 306 fotografías en el software Pix4D. Obteniendo como resultado: la calibración del 83%, es decir, 257 de 306 imágenes, con un grado de error en la georreferenciación de 3.44 cm, un área cubierta de sobrevuelo de 110.40 ha; obteniendo así un ortofotomosaico digital en formato TIFF y su correspondiente Modelo Digital de Superficie (DSM).

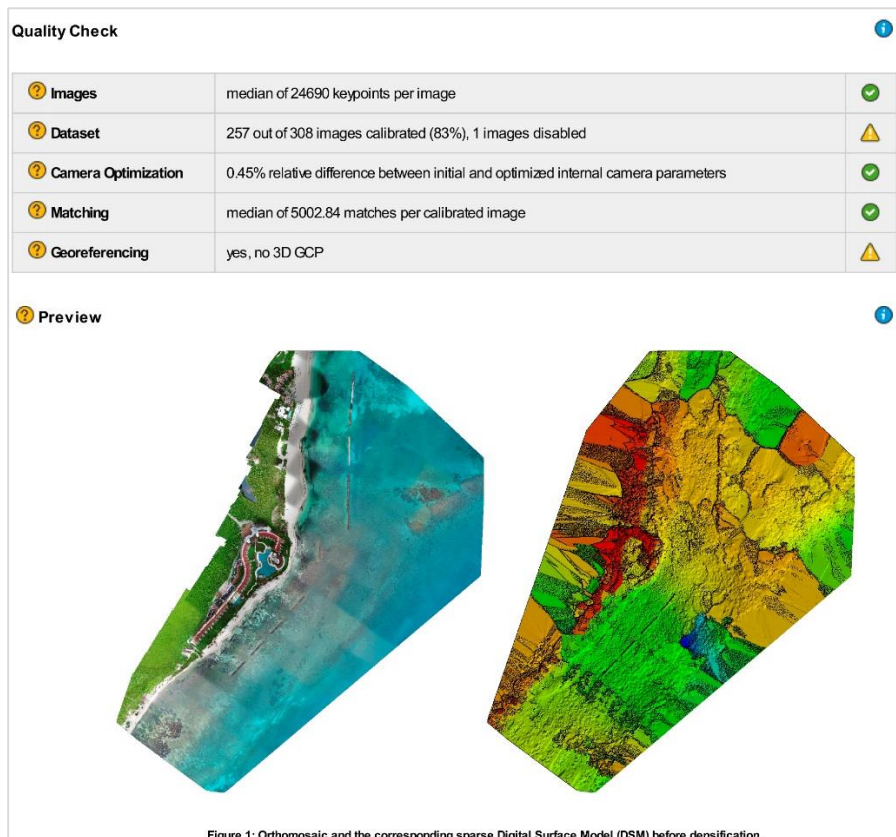


Figura 22. Se muestra un extracto del reporte de calidad obtenido durante el procesamiento de las imágenes en el software PIX4D, así como el ortofotomosaico y modelo digital de superficie obtenido post procesamiento.

Con base en el ortofotomosaico obtenido, se reconoció de manera preliminar el área de estudio terrestre misma que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos. Finalmente, para documentar el trabajo de campo y el registro de especies de flora y fauna, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber-shot de 10.1 mega pixeles y se hizo la clasificación taxonómica de las especies encontradas.

6.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE PRESENTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron

fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

De manera puntual, debido a los registros de fauna obtenidos, la identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando únicamente las claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

6.3 RETROSPECTIVO DE LA LÍNEA DE COSTA.

Se realizó una revisión bibliográfica de la información existente para el predio y un análisis en el cual se utilizó un historial de imágenes obtenidas de la aplicación de Google Earth pro de los años 2009, 2010, 2012, 2014, 2016 y 2017. Adicional a lo anterior se obtuvo una ortofoto de la zona de interés tomada con un DRONE marca Phantom 4 pro en el mes de octubre del 2017.

Para el manejo y proceso de las fotografías aéreas ortorectificadas, se utilizó un Sistema de Información Geográfica, la interpretación y el marcado de la línea de costa para cada fotografía aérea se realizó de forma manual a una escala de 1:1500 y se verificó en campo.

Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante; al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.

Al observar las imágenes satelitales, observamos que la playa del proyecto Grand Velas Riviera Maya se encuentra en una zona donde el transporte de sedimento es bidireccional, en condiciones de Surestes el acarreo es hacia el Norte y en condiciones de Frentes fríos donde el oleaje proviene del Noreste, el acarreo es hacia el Suroeste.



Figura 23. Se muestran la evolución de la línea de costa en frente al Hotel Grand Velas.

7 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DEL ESTUDIO HIDROMORFOLOGICO

El método que se siguió para realizar el levantamiento se auxilia en un programa de hidrografía (Hypack 6.2b) cargado en una computadora portátil de uso rudo interemperizada conectada a un GPS Diferencial (Sistema de Posicionamiento Global), así mismo se conecta una ecosonda con un sensor introducido de 10 a 15 cm en el agua, el cual emite una onda sonora y recibe un eco después de que la onda de sonido choca y rebota en el fondo del mar.

Todo el equipo se monta en una embarcación pequeña capaz de navegar en aguas muy someras de hasta 90 cm de profundidad. El GPS indica la posición de la embarcación en la pantalla de la computadora todo el tiempo, la cual también contiene la carta de navegación calibrada de la zona de estudio.

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 constantes de profundidad con sus respectivas coordenadas y se forma una base de datos que puede ser interpretada en 2 o en 3 dimensiones.

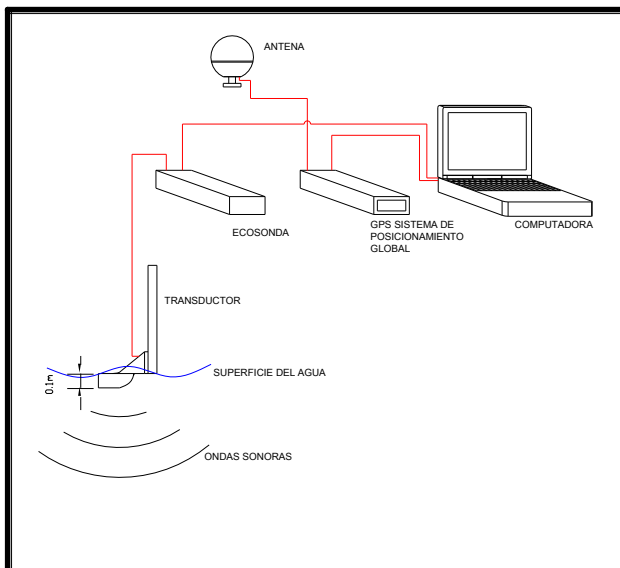


Figura 24. Diagrama de conexiones del equipo para levantamiento batimétrico.

La frecuencia de muestreo del software y equipo por segundo (Hertz) es:

Software Hypack :	60
Ecosonda:	2
GPS:	5

La información cruda (RAW) dentro del software se acumula cada vez que se encuentra un dato nuevo de cualquiera de los aparatos.

Primeramente, se obtuvo la carta de navegación de la zona a estudiar, esta se carga en la computadora portátil, se calibra y se importa desde el programa de hidrografía, de tal manera que se puede trabajar sobre la carta y es posible apreciar los datos de profundidad aproximados en la zona, ya que el fondo marino está en continuo cambio debido a la dinámica de las corrientes y el oleaje, en especial después de tormentas y huracanes donde el lecho marino es suave, como el caso de arenales. Adicionalmente se carga la fotografía satelital calibrada de la zona, la cual nos ayuda a ver detalles de arrecifes, rocas, arenales y medir distancias.

Seguido de esto se obtuvieron las coordenadas de los límites de la propiedad del desarrollo Grand Velas Riviera Maya. Estas coordenadas fueron introducidas en el programa de hidrografía "Hypack", de tal manera que fuera posible planear recorridos por medio de líneas trazadas sobre la carta de navegación.

7.1 INFORMACIÓN GODESICA.

Se introdujeron los datos del geoide para la zona en estudio en el programa de hidrografía de manera que la carta de navegación y el GPS estén coordinados.

El **ELIPSOIDE** (Datum) y **proyección** utilizados son los siguientes:

Zona: 16(90-84W)
 Elipsoide: WGS-84
 Proyección: Mercator Transversal

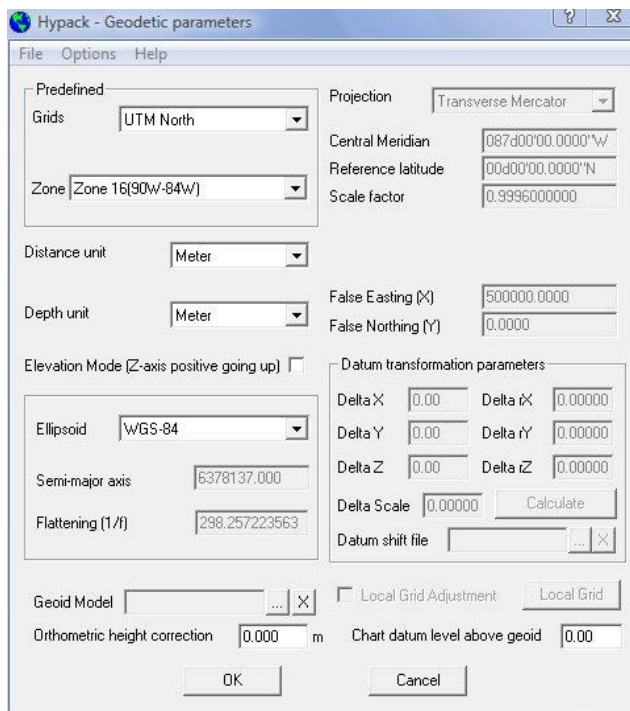


Figura 25. Información geodésica utilizada en el programa de hidrografía.

7.2 MAREAS.

El comportamiento de la marea es muy importante para la edición de los datos obtenidos y el procesamiento final de la información de profundidades ya que los datos finales serán referidos a marea media (NMM), es decir la situación más crítica en cuestión de navegación y diseño.

Las mareas de cada día de levantamiento se deben tener para realizar la edición de los datos obtenidos cada sesión de levantamiento por lo que nos apoyamos en los modelos de predicción de mareas de la oficina hidrográfica del Reino Unido (UKHO), en las cartas de predicción de mareas de la secretaría de marina accesada a través de la página de Internet www.semar.gob.mx, y en este caso se utilizó el programa de pronóstico de mareas de CICESE (Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, cicese.com), la cual provee un pronóstico de mareas en Cozumel (Puerto más cercano) cada mes.

Estas mareas se han comparado en proyectos anteriores con lecturas reales de mareas en una lámina de plástico donde se anotan las mareas a distintas horas. La diferencia en las lecturas fue de 2 cm en promedio con un máximo de 4 cm que se presentó muy pocas

veces, considerando que 2cm en mediciones de 5m o más, representa el 0.4%, se decidió usar el modelo ya que el movimiento del mar da lugar a errores de la misma índole, estas variaciones pueden ser derivadas de condiciones de presión atmosférica, oleaje o fricciones locales, por lo que el modelo de la CICESE resultó el más preciso en la zona.

Es importante anotar que el nivel de referencia de mareas (0.00) es el de las mareas medidas sobre el datum (WGS 84), estos niveles serán difícil de ver en campo, sin embargo, son los más críticos para la navegación en la zona.

Con la carta de navegación cargada en el programa y las coordenadas de los límites de la propiedad se procede a trazar líneas auxiliares paralelas sobre la carta, estas líneas nos sirven como guía en la embarcación ya que con la pantalla de la computadora frente al timón se pueden seguir de manera sencilla. Por otro lado, el tener mediciones equidistantes, servirá para que en el postproceso se creen triangulaciones homogéneas en toda la zona de estudio, logrando una representación del fondo marino cercana a la realidad.

En el presente estudio se trazaron líneas auxiliares perpendiculares a la costa y paralelas entre sí separadas a cada 20m para obtener mayor detalle frente a la propiedad. Y líneas a cada 50m en las partes sur y norte de la propiedad.

Los recorridos de la embarcación con sus lecturas originales se pueden ver en los archivos de AutoCAD en la capa (layer) "soundings".

También se trazan matrices rectangulares que contengan las áreas de levantamiento frente al predio con celdas de 20m x 20m y una matriz de 50x50 para el resto del área de estudio, estas matrices pueden activarse y desactivarse dependiendo de la parte de levantamiento que estemos realizando. Estas matrices nos ayudan a saber que parte del recorrido ya fue hecho y que parte falta, ya que al pasar sobre un área las celdas se iluminan con un código de colores relacionado con la profundidad y que fue previamente preparado.

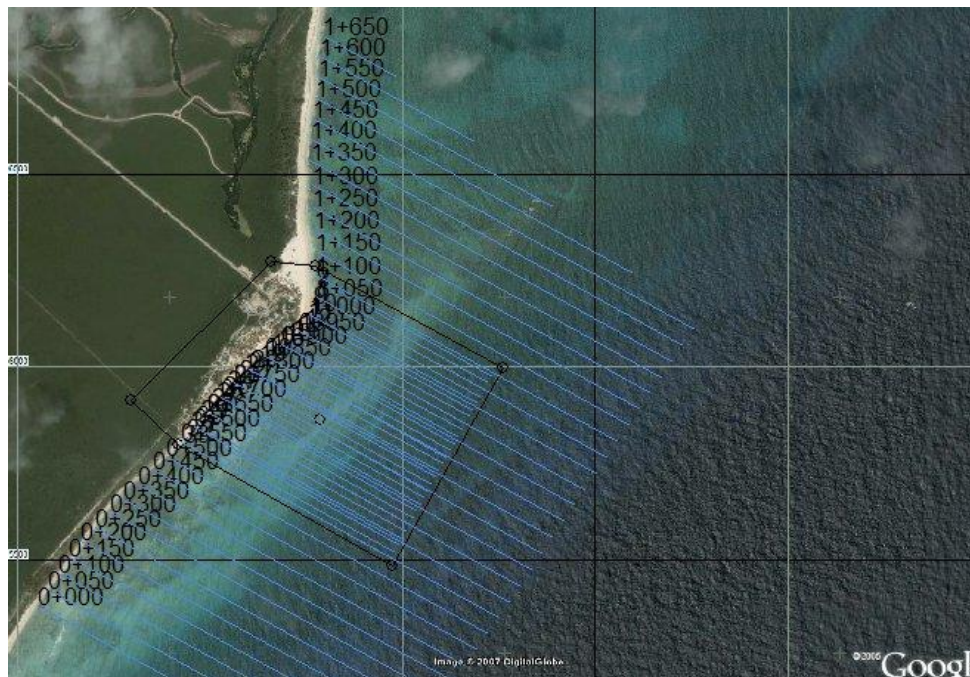


Figura 26. Líneas auxiliares trazadas en el área frente al lote en estudio sobre la foto satelital calibrada de la zona. Como se mencionó anteriormente se carga la foto satelital calibrada y se pueden comparar detalles que no siempre aparecen en la carta.

7.3 LEVANTAMIENTO EN MAR

Ya cargada la información básica en el programa de hidrografía se monta el equipo en la embarcación de bajo calado, primeramente, se coloca la computadora portátil frente al timón sujeta con velcro autoadherente y ligas gruesas que eviten el golpeteo de la misma con el movimiento de la embarcación. La computadora puede conectarse a la batería de la embarcación o usar su propia batería.



Figura 27. Computadora portátil frente al timón de la embarcación.

A continuación, se conecta el GPS a la computadora, a una batería y a una antena de recepción misma que es colocada en alguna parte alta cerca o sobre el sensor de la ecosonda.



Figura 28. Antena para GPS arriba de los obstáculos de la embarcación.

Se conecta la ecosonda a la computadora con cable o vía bluetooth (conexión inalámbrica), y esta a su vez se conecta al sensor que se coloca en la popa o en un lado de la embarcación sumergida de 10 a 15cm del espejo de agua.



Figura 29. Sensor transductor.

Se sujetan los cables, la ecosonda y el GPS en una caja de plástico de manera que se eviten daños al equipo por golpeo o salpicadura de agua.

Se enciende la computadora y se verifica que la profundidad leída sea la real (procedimiento conocido como “bar check”) midiendo con un flexómetro y un peso muerto la profundidad y se corrige en el programa en caso de ser necesario.

Al llegar al inicio de las líneas auxiliares se disminuye la velocidad a 4 nudos (7.8km/hr), que es la velocidad idónea para realizar el levantamiento y se inicia la grabación de las lecturas. Y de esta forma se siguen las líneas auxiliares y se registran todos los datos de posición, profundidad y corriente obtenidos. También se registran puntos de interés y se hace una anotación que sirva como referencia (hotel, arrecife, barco hundido, etc.)

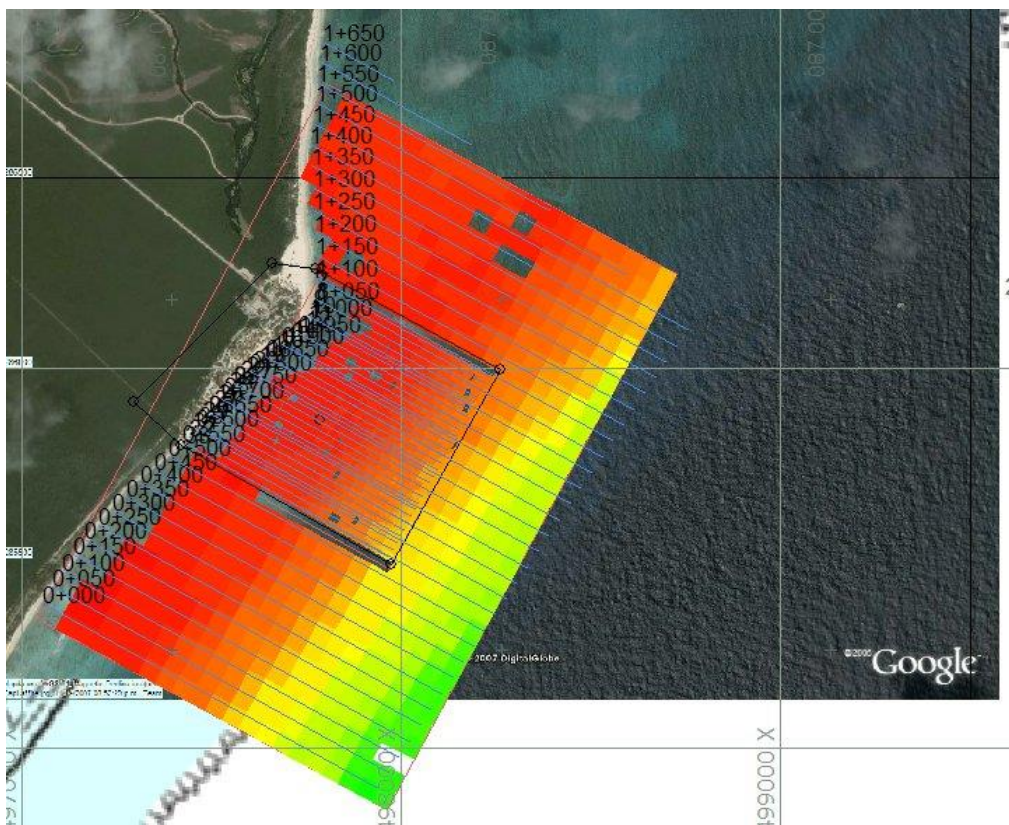


Figura 30. En la figura se puede observar la carta de navegación y la foto satelital calibrada sobrepuesta para checar la precisión de la carta. También se pueden ver las líneas auxiliares a cada 50m y 20m, los cuadros de colores son los trazados por la matriz y se iluminan al recorrer con la embarcación la zona delimitada por ellos, los amarillos y verdes indican zonas bajas mientras que los verdes muestran zonas más profundas.

7.4 LEVANTAMIENTO EN TIERRA.

En algún momento antes de la edición final es necesario obtener la línea “Cero” la cual se define como la línea donde el agua toca la tierra y es justo donde la altura sobre el nivel de mar es “Cero”. Esto se hace caminando en la orilla de la playa o laguna con zapatos adecuados para mojar y a la vez soportar pisar rocas u otros objetos cortantes.

Es muy importante hacer un levantamiento exacto y con extremo cuidado de no poner en riesgo el equipo que pudiera caerse y/o mojarse, en lugares donde es imposible caminar, se utiliza la carta satelital de alta resolución calibrada para marcar manualmente profundidades igual a “cero” en toda la orilla de la propiedad que tiene contacto con el mar y de manera cuidadosa. Se marcan objetivos importantes con notas indicando si hay manglar, fango u otro obstáculo.

7.4.1 Topografía de playa.

En este caso se obtuvo también la topografía de la playa para completar la información de la línea cero hacia arriba de la playa y así unir la información dentro del mar con la información en tierra y así sacar perfiles de playa completos para el proyecto. Para esto

se utilizó un sistema RTK (Real Time Kinematic), el cual consiste básicamente de dos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) uno fijo llamado base y uno móvil. Cada uno posee una antena de alta precisión (la del móvil es de altura variable para mejorar la recepción y una computadora pequeña portátil donde se configuran los GPS y se guarda la información del levantamiento.

Cada GPS es capaz de detectar de 6 a 8 satélites de la red GNSS (Sistema de Navegación Satelital Global), para obtener una precisión aceptable se requiere leer al menos 4 satélites para realizar la triangulación. La base y el móvil se comunican por medio de radio transmisores la precisión obtenida es de 10 a 35 mm en el plano horizontal (XY), y de 20 a 35mm en la altura (Eje Z).

A continuación, se da una breve explicación de la metodología.

- 1 Primeramente, carga la información de geoide, elipsoide, proyección y líneas auxiliares que se usó en el software de hidrología a la pequeña computadora.
- 2 Se extienden las líneas usadas en mar para seguirlas en aguas someras y en la playa y así interpolar los datos obtenidos.
- 3 Se localiza un banco de nivel conocido en el predio para colocar la base y referenciar todas las lecturas del levantamiento a este punto, y si es necesario obtener puntos de apoyo a partir de este, una ventaja de este sistema sobre los sistemas tradicionales de levantamiento es que no se acarrean errores de un punto a otro, la computadora portátil muestra el máximo error o incertidumbre en el plano horizontal y la vertical de inmediato al tomar la lectura en un punto, y debido a que las antenas se comunican a largas distancias (más de 5km), no es necesario realizar encadenamientos, en caso de tomar puntos de apoyo se toman de la misma base, de manera que no hay errores acumulativos.

En este estudio se localizó 1 bancos de nivel con coordenadas y elevación conocidas, se encuentra en la playa justo en la dirección del camino principal unos metros antes de llegar al mar.

Esta mojonera de la playa es de zona federal y se encuentra en los planos de topografía de la propiedad, aunque tienen coordenadas diferentes en 2 planos anteriores, que varían por 9.8 cm.

Las coordenadas y elevación de dicho banco son las siguientes:

Coordenadas UTM de la Base

ESTE:	497731.486
NORTE:	2286120.038
ELEVACION:	0.818



Figura 31. Mojonera de ZOFEMAT y estación base.

- 4 Se obtiene un punto de apoyo cerca del lote que en este caso es sobre la mojonera de la que hablamos y como la playa no tiene obstáculos que afecten la comunicación como edificios y vegetación cerrada puede estar al mismo nivel que el GPS móvil.
- 5 Se configuran los 2 GPS, la base y el móvil, se ingresa en la computadora portátil la altura de las antenas sobre el suelo y se corrobora que las elevaciones marcadas sean coherentes.
- 6 Se visualizan las líneas en la pantalla de la computadora portátil se buscan en el terreno y se camina sobre cada una de ellas, se hacen altos a intervalos de 5 a 8 m o menos y se registra la posición “X” y “Y” y la elevación “Z” de cada punto, de tal manera que se forma una base de datos que describe una red tridimensional. Cabe mencionar que no es necesario tener contacto visual entre dos puntos, solo coloca la antena móvil en posición vertical guiándose con un nivel y se registra el punto, también es importante destacar que si se ve un área con depresiones o elevaciones importantes se pueden obtener varios datos alrededor, arriba y abajo para que al modelar las curvas de elevación la información sea lo más precisa posible.

Si la vegetación es muy espesa y se pierde la comunicación entre los GPS la precisión disminuye, esto se resuelve extendiendo el tubo de la antena 1 o 2 metros para librar la maleza y recuperar la comunicación.



Figura 32. Se siguen las líneas dentro del mar lo más que se pueda caminar sin arriesgar el equipo, en esta playa se pudo avanzar hasta 24m caminando gracias a las buenas condiciones del día y baja profundidad.



Figura 33. Justo en la línea "cero".



Figura 34. Registro de puntos en el terreno, la antena se alinea vertical por medio de un nivel integrado en el tubo de la antena.



- 7 Después de terminado el levantamiento se requiere un proceso de edición de la información recabada, en cual se revisan los datos y se filtran posibles errores, luego se generan las curvas de elevación y se exporta a AutoCAD, se detallan las referencias tales como caminos, postes, construcciones encontradas, depresiones y elevaciones importantes, etc.



Figura 35. Línea cero obtenida caminando con GPS, puede apreciarse la excelente precisión que se obtiene sobre la foto satelital.

7.4.2 Obtención de datos.

Después de realizar el levantamiento es necesario realizar un largo proceso de edición en el cual se filtran errores debidos a turbulencia del agua alrededor del sensor, cavitación, oleaje demasiado alto o algún otro imprevisto para lo cual se debe analizar la información obtenida, la mejor forma de describir este proceso es por medio de los siguientes pasos:

Dentro del programa de hidrografía se crea un archivo de mareas con la fecha del levantamiento, las mareas como ya se comentó anteriormente se obtuvieron de modelos generados por la CICESE (Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada) y que pueden ser descargadas de la página de Internet www.cisese.com.mx.

Después se abre el archivo que contiene los archivos tipo “RAW” (cadenas de información original), los cuales contienen la información recolectada desde la embarcación. Se llama (carga) el archivo de mareas del día en cuestión, también se ajustan los parámetros de referentes al equipo usado durante el levantamiento.

El programa restará la marea al dato de profundidad obtenido dependiendo de la hora del día para referir las profundidades resultantes a marea media.

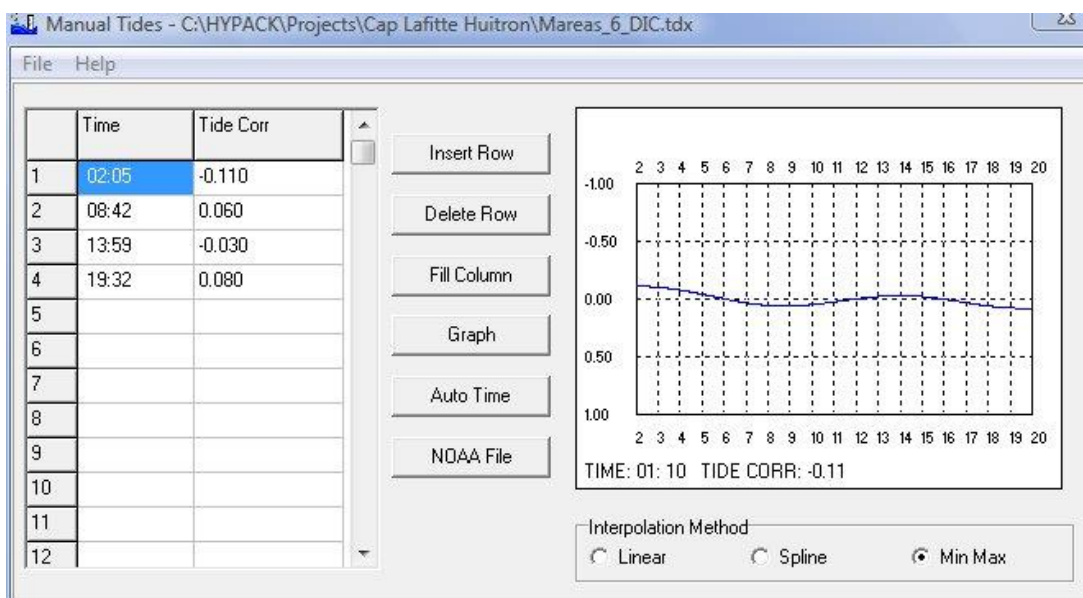


Figura 36. Tabla de mareas que se crea dentro del programa de hidrografía con los datos de la CICESE.

Al abrir por completo la información recolectada en campo con la corrección de mareas se puede visualizar gráfica y numéricamente las profundidades obtenidas por el sensor de la ecosonda y el recorrido de la embarcación en un pequeño plano. La gráfica muestra las planicies, bordes y hoyos en el fondo marino, si se nota un cero en medio de las lecturas se borra ya que se trata de un error por turbulencia del agua debajo del sensor debido a alta velocidad de la embarcación o movimientos bruscos.

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). Los días en que se hace levantamiento con marejada alta, se utiliza un promedio de lecturas dependiendo del periodo de la ola para “suavizar” el fondo registrado por la ecosonda y de esta forma minimizar el efecto de oleaje.

La hoja de datos muestra la corrección por sumergimiento del transductor que regularmente es de 0.1 m a 0.15m la cual es sumada a la profundidad leída, y de mareas las cuales son restadas de la profundidad observada y varían según la hora del día en que se registró cada lectura y puede ser cambiado si se considera alguna diferencia importante.

Al finalizar este proceso se guarda la información creando un nuevo archivo de tipo “EDIT”, es decir editado (por ejemplo, EDI0112.Log).

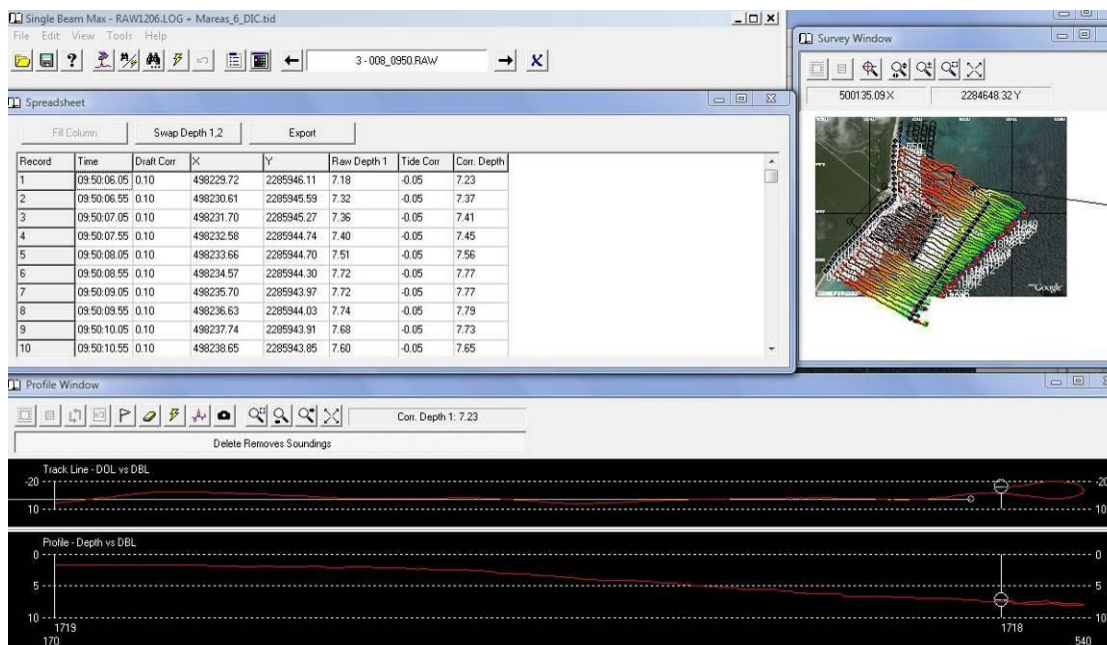


Figura 37. Editor de lecturas individuales.

En el recuadro superior pueden verse las ventanas de edición de las líneas de recorrido y cada lectura en particular. La ventana superior izquierda muestra la tabla de datos con la hora en que se tomó la lectura, corrección por sumergimiento del transductor, la posición en coordenadas UTM del punto en cuestión, la profundidad leída, la corrección por marea a esa hora y finalmente la profundidad corregida.

En la ventana superior derecha se muestran las líneas recorridas durante el levantamiento, en la ventana inferior se muestra la línea de recorrido vista desde arriba y el perfil del fondo marino en una línea particular. Observando toda esta información se hacen correcciones y se borran lecturas incorrectas que aparecen como ceros. También se filtran lecturas demasiado altas o bajas debido al oleaje.

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 cual tomará las profundidades menores y descartará las mayores, esto es útil para obtener profundidades promedio en pequeñas áreas definidas por el radio, lo cual ayuda a obtener un solo dato promedio de una serie de datos que pueden variar por motivos de movimiento de la embarcación hacia arriba y abajo o de cabeceo de la misma; el cabeceo y la inclinación son también compensados por la eco-sonda por medio de un inerciómetro. 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 este levantamiento se abarcó un área mediana y con pocos cambios de profundidades ya que es bastante plana y con una inclinación suave por lo que se usó un radio de 2m. En la imagen siguiente se puede apreciar el sort final del área frente a la propiedad.

El resultado del sort se puede ver en los archivos de AutoCAD dentro de la capa "soundings", la cual se encuentra apagada al entregar los mismos.

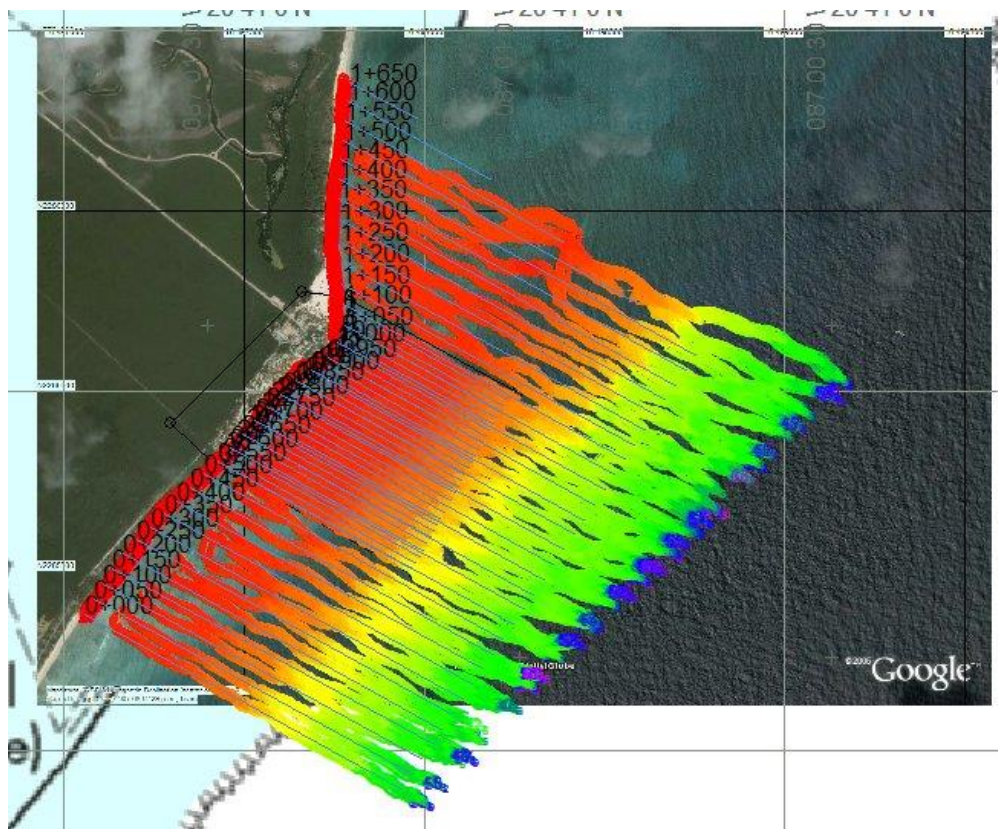


Figura 38. Sort frente a desarrollo Grand Velas Riviera Maya.

El archivo Sort es la materia prima para obtener productos finales como modelos en tercera dimensión y 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.

Para obtener el modelo en 3D del área en cuestión basta con abrir el archivo sort del área o arrecife y colocar los parámetros de edición deseados, en este caso se eligieron isobatas a cada metro y tomando un código de colores para que se aprecie fácilmente la distribución de profundidades bajo el agua. El programa entonces utiliza los datos del archivo sort, 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 en base a un archivo de tipo XYZ el cual puede proyectarse en 2 o 3 dimensiones.

La herramienta más práctica es la carta marina, para obtenerla se genera un modelo en 2D con los contornos o isobatas (curvas de la misma profundidad), posteriormente se exporta a AutoCAD donde puede arreglarse el modelo colocando algunos edificios, puentes o estructuras existentes y también es útil para medir distancias, áreas y perímetros.

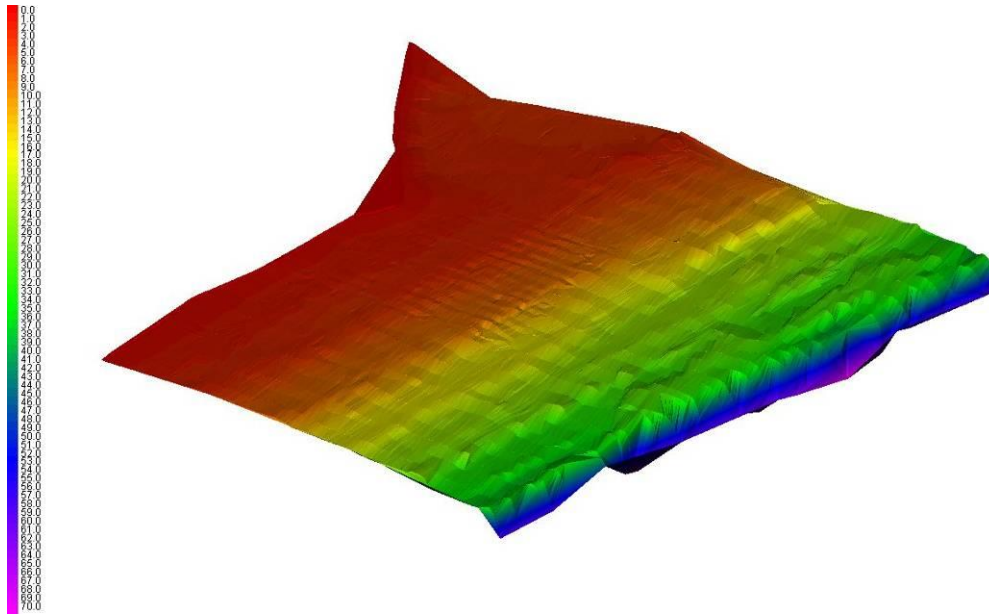


Figura 39. Imagen en 3D del área frente al desarrollo Grand Velas, se puede observar la pendiente ligera hasta llegar a un montículo (arrecife), después del cual el fondo gana profundidad rápidamente (pared), (el valor en Z este exagerado 3 veces para fines de visualización).

Usando el archivo Sort se obtiene un nuevo archivo de contornos o isobatas, las cuales son curvas batimétricas de igual profundidad y son ampliamente usadas en cartas marinas para navegación y son útiles para calcular distancias y profundidades.

A continuación, se puede ver el plano en AutoCAD de la zona frente al predio Grand Velas y también el archivo de contornos superpuesto sobre la foto satelital calibrada, que sirve para verificar que las curvas son correctas y si se presentan errores el sort debe ser hecho nuevamente.

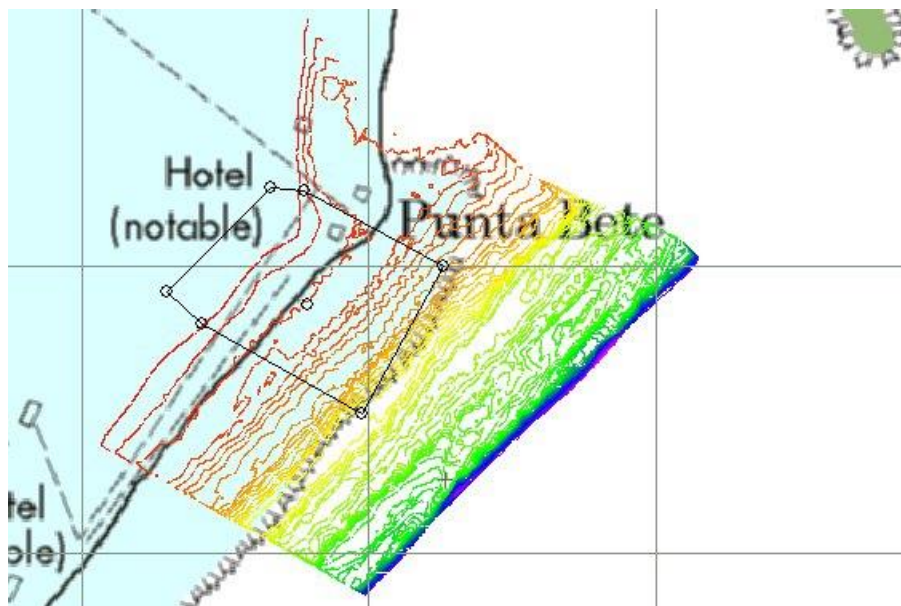


Figura 40. Contornos o Isobatas sobrepuestas en la carta marina.

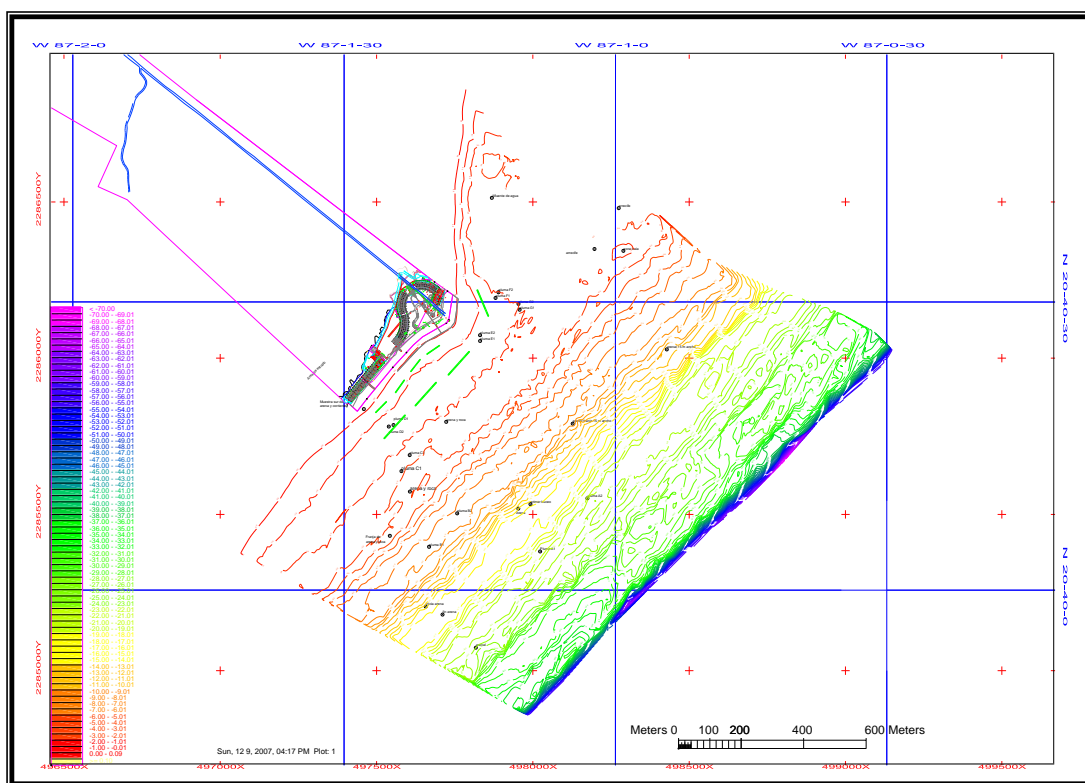


Figura 41. Plano final en AutoCAD donde se muestran las isobatas y la línea "cero".

7.5 ESTUDIO DE CORRIENTES.

Parte del objetivo de este estudio es conocer la dirección y la velocidad de las corrientes en la zona, con el interés de entender su comportamiento y la forma en que ayudarán a acarrear arena hacia la playa, así como conocer si las actividades en el predio, al construir una protección para la playa, afectarán el movimiento de arena hacia zonas ecológicamente importantes alrededor. Con esta información podemos anticipar los resultados en caso de colocar protecciones que disipen la energía del oleaje y posible bombeo de arena frente a la playa.

Para conocer el comportamiento de la corriente se hicieron 11 plumas de dispersión frente a la playa; el procedimiento consiste en arrojar polvo colorante rojo usado en pastelería que es totalmente inofensivo y registrar la posición en el programa de hidrología, después esperamos un lapso de aproximadamente 10 minutos para dar tiempo a la corriente que desplace la mancha de color, después se coloca la embarcación sobre la mancha procurando mantener la antena del GPS sobre dicha mancha, se marca el punto en el programa.

Más tarde usando el programa de hidrología se puede medir la distancia que la tinta se desplazó y se obtiene el tiempo exacto de desplazamiento en los registros de marcaje, así con la distancia y el tiempo se calcula la velocidad y por supuesto la dirección.



Figura 42. Plumitas de dispersión arrojadas desde la embarcación.

También se hicieron plumas de dispersión desde la orilla para conocer el comportamiento de las corrientes en aguas someras, se arroja el polvo colorante y después de un tiempo

se mide la distancia que se desplazó la mancha roja, estas fueron llamadas H, I, J, K, y los resultados se muestran abajo.



Figura 43. Pluma de dispersión desde la orilla.

8 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **“Rehabilitación de la playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas”**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora en la zona terrestre y fauna en la zona marina.
	3. Trazo de los ejes y vértices, delimitación y trazo de la zona de anclaje y transporte de cubos ranurados.
Construcción	4. Presencia de personal.
	5. Modificación de protecciones existentes.
	6. Construcción de arrecifes artificiales.
	7. Extracción, traslado, bombeo de arena desde el banco.
Operación y Mantenimiento	8. Relleno de playa, reubicación de palmas de coco y enriquecimiento de la duna restaurada
	9. Funcionamiento de los arrecifes artificiales y trasplante de corales
	10. Actividades de monitoreo de los arrecifes artificiales, relleno de playa.
	11. Mantenimiento de la playa y duna restaurada.
	12. Extracción, traslado, bombeo y relleno de playa en caso necesario.

En total se identificaron 12 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Asimismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

A nivel del área de influencia directa:

- Modificación del fondo marino.
- Modificación de la topografía de la playa.
- Exposición a personas a riesgos de salud.

A nivel del Sistema Ambiental Regional:

- Cambios en la cobertura y abundancia de la biota marina.
- Creación de nuevos hábitats para la flora y fauna marina.
- Cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos.

- Cambios en la hidrodinámica costera (corrientes, sedimentos y oleaje).
- Disminución del volumen y área del arenal, debido a la extracción de arena del banco.
- Aumento de la superficie playa protegida a largo plazo a nivel del SAR.
- Cambios en la línea de costa y estabilización de la zona litoral.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de cada una de las obras propuestas. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los factores ambientales

De acuerdo con Conesa Fernández, bajo el nombre de factores ambientales englobamos los diferentes componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta. Son susceptibles de ser modificados por la actividad del hombre y estas modificaciones pueden ser grandes y ocasionar grandes problemas, generalmente difíciles de valorar ya que suelen ser a medio o largo plazo, o bien problemas menores y ser fácilmente soportables.

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos considerando las características y cualidades del sistema ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en ecosistemas terrestres y marinos, los cuales a su vez se dividieron en dos subsistemas medio abiótico y biótico, además de que se consideró de manera general el subsistema socioeconómico. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Ecosistemas terrestres	
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Playa
Medio biótico	Flora
	Fauna
Ecosistemas marinos	
Medio abiótico	Fondo marino
	Agua
	Procesos
Medio biótico	Vegetación marina
	Fauna marina
	Residuos

Subsistema	Factor ambiental
Medio social y económico	Transporte y flujo de tráfico en la zona marina
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

A) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 17).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 17. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Ecosistemas terrestres			
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO ₂ , NO _x , SO ₂
	Ruido	Generación de ruido	dB
Topografía	Modificaciones	Cambios en la topografía de la playa.	Superficie modificada
Playa	Superficie	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.	Superficie de playa del proyecto y a nivel del SAR a largo plazo.
Flora terrestre	Rescate y reubicación	Rescate y reubicación de palmas de coco	No. de individuos rescatados y reubicados
	Abundancia	Enriquecimiento con especies nativas	No. de ejemplares que se utilizarán para el enriquecimiento.
Fauna terrestre o que utiliza la zona terrestre	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares	No. de individuos en el sitio.
	Sitios de anidación	Cambios en las características de los sitios de anidación de tortugas marinas	Características de la arena de relleno. No. de arribo, nidos y crías liberadas.
Ecosistemas marinos			
Fondo Marino	Batimetría	Cambios en la batimetría del fondo marino	Superficie afectada del fondo marino.
	Volumen de arena disponible	Disminución del volumen y área del arenal, debido a la extracción de arena del banco.	Volumen de arena disponible
Agua	Calidad del agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos	Medición de sólidos suspendidos.
Procesos hidrográficos y adaptación al cambio climático	Perfil costero	Cambios del perfil costero y estabilización de la zona litoral.	Comparativos de la línea de costa.
	Sedimentos	Cambios en los patrones de sedimentación	Desplazamiento de sedimento.
	Oleaje	Reducción de la energía del oleaje.	Altura, período y dirección de la ola
	Corrientes	Modificación de patrones locales de corrientes	Mediciones de corrientes
Flora marina	Cobertura	Cambios en la cobertura de macroalgas.	Superficie de cobertura de macroalgas.
Fauna marina	Abundancia de organismos bentónicos	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos	No. de ejemplares de organismos bentónicos registrados en las áreas de desplante.
	Abundancia de	Cambios en la	No. de ejemplares

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
	corales	abundancia de corales	registrados en el área de desplante.
	Abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Modificaciones en la abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No. de ejemplares de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área de desplante.
	Abundancia y diversidad de especies colonizadoras	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna	No. de organismos registrados en los arrecifes artificiales y protecciones modificadas
	Diversidad y abundancia de especies trasplantadas	Cambios en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales	No. de especies y organismos trasplantados en los arrecifes artificiales
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y volumen de aguas residuales.
	Residuos Peligrosos	Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Flujo de tránsito de embarcaciones	Aumento en el número de embarcaciones que transiten en el área	No. de embarcaciones por/hora
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos y derrama económica del uso turístico	Generación de empleos Derrama económica por el uso del hotel	No. de empleos Porcentaje de ocupación
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

a) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 18).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 18. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
<i>Ecosistemas terrestres</i>		
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles en la zona. También se genera ruido por el paso de vehículos y el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Topografía	De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en el área del proyecto la playa presenta alturas de 1.50 a 3.0 msnm.
	Playa	<p>El proceso de erosión dentro del SAR se puede catalogar como fuerte. En esta área existen por lo menos tres zonas (norte-centro y sur) donde la erosión de la costa ha afectado a la vegetación de duna costera y de manglar, además existen pendientes muy abruptas las cuales han ido aumentando con el paso del tiempo.</p> <p>De acuerdo con una estimación preliminar realizada para los años 2009, 2013 y 2017 desde la zona norte de Puerto Morelos hasta el Sur en Punta Beté, la pérdida de playa anualizada cuando se toma de manera regional está alrededor del 1.1 a 1.3 m anuales en los últimos 10 años.</p> <p>La zona Noreste de Punta Bete y la zona centro de la playa en el predio, presenta una intensa erosión, la cual se manifiesta con una duna cortada y un escarpe pronunciado. La erosión es menos evidente al Suroeste. La duna en la zona de Punta Bete tiene una pendiente abrupta generada por la erosión tan alta de esa zona, prácticamente existe un talud vertical de 1.70 a 1.90 m y después inicia la cresta de la duna.</p> <p>De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano se determinó que durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena. Siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.</p>
Medio biótico	Flora	El Sistema Ambiental Regional determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 2,141.36 ha donde interactúan 4 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva baja costera, manglar y vegetación de duna costera.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		El área de influencia indirecta de la zona terrestre posee una superficie de 4,596.40 m ² de duna costera restaurada, en la que se registraron 5 especies propias de vegetación de duna, y 1 especie de palmera.
	Fauna	<p>De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SAR definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayakoba, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SAR están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %).</p> <p>Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves <i>Calidris minutilla</i> (Playero) y <i>Larus atricilla</i> (Gaviota reidora).</p>
<i>Ecosistemas marinos</i>		
Medio abiótico	Fondo Marino	<p>La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SAR va de 0 m a -6 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -6.6 m a -20 m de profundidad.</p> <p>En el banco marino, el grosor de la capa de sedimento del área que se pretende aprovechar es de 0.50 m, mientras que en el resto del banco es de 0.10 m.</p>
	Agua	El Mar Caribe está dominado por la Corriente del Caribe que corre de S-N, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente está caracterizada por aguas cálidas y salinas, que al pasar por el Canal de Yucatán reciben el nombre de Corriente de Yucatán. Presenta un flujo de 25 a 35 millones de m ³ /s, con una velocidad promedio de 80 cm/s en la superficie, y hasta de 150 cm/s a una profundidad de 300 m. Dicho flujo de agua es la fuente principal que irriga al Golfo de México y da origen a la Corriente de Lazo, que sale al Atlántico Norte por el Estrecho de Florida como la Corriente del Golfo.
	Procesos hidrográficos y	En el Sistema Ambiental Regional, el proceso de erosión parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	adaptación al cambio climático	<p>ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas.</p> <p>De acuerdo con los estudios hidrográficos de la línea de costa realizados en este año por Tecnoceano (Anexo técnico 1), se determinó que en el análisis comparativo realizado con las líneas de costa del periodo 2009 al 2017, se ha erosionado buena parte del área de playa recuperada. Al comparar las líneas de costa de varios años se observa que la costa se comportó de manera estable hasta enero de 2016 donde hubo un retroceso importante, al comparar la superficie de playa entre 2009 y 2017 se observa que hubo una pérdida de 35% en superficie.</p> <p>Durante el período de diciembre de 2007 a mayo de 2013 se acumularon 15,867.20 m³ de arena en un período de 5 años y medio. Mientras que del 2013 a enero de 2016 se mantuvo más o menos estable y comparando el levantamiento realizado en enero de 2016 con el de septiembre de 2017 se perdió un volumen de 17,872.0 m³ de arena. Siendo este último mayor a lo acumulado de 2007 a 2013.</p> <p>El Hotel Grand Velas y Casa Velas se encuentra en una zona que globalmente ha estado perdiendo arena desde hace varios años, el vecino al Suroeste tiene una playa muy delgada con serios problemas de erosión que no aporta arena y no es un soporte para la arena del proyecto.</p> <p>El proyecto de la “Restauración de la línea de costa Punta Bete” funcionó muy bien por 7 años, a pesar de no haber hecho un relleno de playa con arena se logró capturar arena que se mueve en la zona y la playa se ensanchó, la duna también se mantuvo, su principal objetivo es el de evitar la erosión eólica y capturar los granos de arena que lleguen a ella por efecto del oleaje y el viento. Sin embargo, en los primeros meses de 2016 en el sistema ambiental Punta Bete – Punta Maroma se detectó una erosión más fuerte de lo que había estado sucediendo años atrás.</p> <p>Hay una escasez de arena generalizada de las costas que ha ocasionado una desestabilización de la playa que ha llevado a una pérdida de arena importante.</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>A continuación se describen las características del oleaje, las corrientes y el transporte de sedimentos en la zona.</p> <p>Oleaje. -Los resultados del modelaje en condiciones actuales mostraron que las protecciones de bolsacreto actuales disipan la energía de la ola en buena parte y que el arrecife natural frente a Punta Bete disipa “parcialmente” la energía de la ola. La presencia de la isla de Cozumel es una protección parcial contra el oleaje “swell” que genera importantes efectos de difracción y refracción en Grand Velas Riviera Maya, ocasionando la llegada de un oleaje complejo. El rango de incidencia del oleaje bajo condiciones normales es de 0.1 a 0.5 m de altura con un rango de dirección de que va de 45 a 135 grados. Bajo condiciones de tormenta, el rango de altura de ola fue de 1 a 2 m frente a la playa.</p> <p>Corrientes. -En condiciones normales, la velocidad de la corriente en la línea de los arrecifes osciló entre los 0 y 0.3 m/s cerca de la costa del hotel. En condiciones de tormenta, la velocidad de la corriente alcanzó los 0.5 m/s. Tal como se reportó en los datos hidrográficos obtenidos de manera in situ, existe una corriente dominante con dirección hacia el norte producto de la corriente del canal de Yucatán. En general las corrientes son de mediana intensidad, con tendencia a ser más fuertes al alejarnos de la línea de costa, en la orilla se observa corriente longitudinal a la costa, también se observó en un día de oleaje y vientos fuertes del Este que existe un acarreo litoral muy marcado en la parte norte del predio.</p> <p>Sedimentos. Los resultados de haber evaluado la evolución temporal y espacial de una capa de sedimentos implantada de forma virtual mostraron un transporte de tipo transversal y longitudinal. En cuanto al transporte longitudinal, este podría considerarse como bidireccional con dirección preferente hacia el noreste, pues solamente en condiciones de nortes, el transporte de sedimento cambia con dirección preferente hacia el suroeste. En cuanto al transporte transversal, durante condiciones climáticas normales el sedimento permaneció en la playa sin embargo, en condiciones de tormentas estacionales intensas el sedimento escapó hacia aguas profundas.</p> <p>Teóricamente, el sedimento que escapa hacia aguas profundas debería volver al lugar de origen (la playa) sin embargo, la continuidad de temporales en un corto plazo así como la ausencia de sedimentos, evita que la playa se</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		recupere por sí sola, los sedimentos transportados hacia aguas profundas ya no son afectados por el oleaje y por lo tanto al no levantarse del fondo tampoco son afectados por la corriente, solo el oleaje de tormentas extraordinarias lo moverá pero lo moverá lejos de la costa por lo que conforme avanza el tiempo los sedimentos se pueden quedar esparcidos frente a la costa o se alejarán aún más y se depositarán en oquedades del fondo marino.
N EL	Flora marina	<p>De acuerdo con la caracterización marina del SAR se registraron 9 tipos de ambientes: Arenal somero, pradera de pastos marinos, Rompiente arrecifal, estructura coralina, laja con sedimentos, laja con pedacera, laja con gorgonáceos, Laja con macroalgas y canal de arena.</p> <p>El área programada para instalar los arrecifes artificiales para el proyecto, se encuentran dentro del ambiente de Laja con macroalgas somero, caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p> <p>Como resultado de la caracterización en el banco de arena, se tiene que en su gran mayoría presenta un sustrato de arena fina, representada por el ambiente Canal de arena. En la parte Noroeste se encontró un sustrato de laja con gorgonáceos, y en la parte Sureste una laja con sedimentos y una franja de Laja con macroalgas. De esta manera, el sustrato de arena se encuentra en la parte central del polígono, abarcando una extensión de 298,846.08 m², lo que representa un 76.82% del polígono; en menor proporción se presentan los ambientes: laja con macroalgas (8.41%), laja con sedimentos (7.82%) y finalmente laja con gorgonáceos (6.95%).</p> <p>Solo se pretende extraer arena del área central del banco, donde hay un canal de arena, en el que El sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. Al sur, fuera del área de extracción se observaron pequeños manchones de macroalgas esparcidas.</p>
	Fauna marina	El Sistema Ambiental Regional que se determinó para el proyecto presenta en su parte marina un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo a lo largo de la costa, por lo que existen variaciones importantes en el patrón de zonación y comunidad biótica asociada. La sección I (área de influencia indirecta) es la menos compleja, ya que en la Laguna Arrecifal no hay praderas de pastos marinos; la

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>Cresta Arrecifal está prácticamente ausente y el Frontal Interior es muy incipiente.</p> <p>La ausencia de una barrera arrecifal genera ambientes marinos muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada. Siendo así, la parte somera está conformada por una planicie de laja calcárea cubierta de sedimento y macroalgas, con presencia escasa y dispersa de pequeños cabezos de coral.</p> <p>En todo el SAR se registró un total de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales duros <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>, así como los gorgonáceos <i>Plexaurella homomalla</i> y <i>Plexaurella dichotoma</i>.</p> <p>En el área en la que se tiene programado instalar las estructuras de protección costera para el proyecto presenta una comunidad biótica muy pobre, sobre una laja calcárea de bajo relieve.</p> <p>El banco de arena corresponde a un ambiente que se denominó Canal de Arena, porque es parte de la franja de arena paralela a la línea de costa que se forma en la zona profunda del Arrecife Frontal. El sustrato es de arena fina y la biota marina está prácticamente ausente. El Banco de arena se caracteriza por una presencia prácticamente nula de biota marina conspicua. En el muestreo que se realizó en 8 sitios, dentro del ambiente de Canal de arena, se registró un total de 6 especies de peces, casi todos representados por un solo ejemplar. La vegetación también es muy escasa, encontrando pequeños manchones de macroalgas esparcidas. En cuanto a otro tipo de organismos presente en el Banco de arena, únicamente se registró la presencia de un crustáceo en el sitio 3A, y varios ejemplares de galletas de mar de los géneros <i>Meoma</i> y <i>Mellita</i>. En cuanto a la infauna, que se refiere a los organismos que viven entre la arena, se registró un total de 27 especies, pertenecientes a 25 géneros, 21 familias, 21 órdenes, 9 clases y 6 grupos taxonómicos. El grupo más representado fue el de los moluscos, encontrando tanto bivalvos como gasterópodos en todos los sitios de muestreo. La mayoría de las especies tienen una abundancia rara, y muy pocas especies tuvieron varios ejemplares representados en la muestra.</p>
<i>Medio socioeconómico.</i>		

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 Kg/persona/día.
	Transporte y flujo de embarcaciones en la zona marina	El flujo de embarcaciones en la zona es constante, ya que hay varias embarcaciones que salen de Puerto Calica y otros puertos de la zona.
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o alrededores.</p> <p>Por otra parte, también pueden se causar riesgos a la salud humana durante el uso de la maquinaria o equipos.</p>
	Economía	<p>La actividad económica básica del Municipio de Solidaridad se refiere a los servicios para la atención al turismo de sol y playa: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios sino del Estado, ya que, durante el 2017, la afluencia de turistas a la Riviera Maya (Municipio de Solidaridad-Playa del Carmen y Tulum) fue de 2.6 millones de visitantes (43.88%) del total de visitantes que recibió el Estado (5,925,980 millones).</p> <p>La oferta de habitaciones de hospedaje del estado para el 2017 fue de 99051 en 1034 hoteles. De estos, 269 se ubican en el Municipio de Solidaridad (Playa del Carmen)</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>con 38750 cuartos de hotel, representando el 39.12% de la oferta de cuartos del Estado.</p> <p>Al encontrarse el proyecto en el Municipio de Solidaridad se proyecta la importancia de mantener en buenas condiciones el recurso del concepto “Sol y Playa” que ofrece al turista que visita sus instalaciones.</p>
	Paisaje	<p>El paisaje que los observadores en el SAR perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo (tipo gran turismo o de diferentes estrellas), playas hermosas con arena blanca; mar azul turquesa típico del Caribe en algunas de las zonas y otras con el mar color café por el aporte de materia orgánica y taninos de los humedales. Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa y de las dunas, son aquellas que transitan por la playa, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SAR, ya que en ellos pueden apreciar las condiciones de estos ambientes. Asimismo, las personas que transitan por la playa pueden percibir varias estructuras protectoras de costa, siendo que algunas sobresalen del nivel medio del mar, como es el caso de las instaladas por Mayacoba y el Hotel Grand Velas.</p>

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 19. Lista de impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Aire	<p>Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero</p> <p>Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria</p>
Topografía	Alteración de la topografía de la playa.
Playa	Aumento en la superficie de la playa en el área del proyecto y en el SAR.
Flora terrestre	<p>Rescate y reubicación de palmas de coco.</p> <p>Mejoramiento de las condiciones de la duna restaurada</p>
Fauna terrestre	<p>Cambios en la abundancia de fauna registrada</p> <p>Cambios en las características de los sitios de anidación disponibles para las tortugas marinas.</p>
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Fondo marino	<p>Cambios en la batimetría del fondo marino por la colocación de estructuras y la extracción de arena.</p> <p>Disminución del volumen de arena del banco, debido a</p>

Factor	Impacto Ambiental
	su extracción.
Agua	Cambios en la calidad de agua por dispersión de sedimentos
Procesos hidrográficos y de adaptación al cambio climático	Cambios del perfil costero y estabilización de la zona litoral.
	Cambios en los patrones de sedimentación
	Reducción de la energía del oleaje.
	Modificación de patrones locales de corrientes
Flora marina	Cambios en la cobertura de macroalgas.
Fauna marina	Cambios en la abundancia de organismos bentónicos
	Cambios en la abundancia de corales
	Modificaciones de abundancia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Creación de sitios potenciales para la colonización de fauna
	Cambios en la diversidad y abundancia del área por el trasplante de corales
<i>Medio socioeconómico</i>	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.
	Generación de Residuos Peligrosos
Flujo de embarcaciones en la zona marina	Aumento del flujo de embarcaciones en la zona
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos y derrama económica del uso turístico
Paisaje	Modificación del paisaje

Cabe señalar que sólo se registró un impacto particular sobre el banco de arena relacionado a la disminución del volumen de arena del mismo, debido a su extracción. Los demás impactos se producirán tanto en la zona del banco como en el área de las estructuras en la zona marina, dependiendo del nivel de análisis de generación de los impactos.

En el área del banco se producirán impactos como cambios en la abundancia de organismos bentónicos y cambios en la batimetría del fondo marino, los cuales se describen posteriormente.

B) Clasificación de los impactos por nivel de análisis.

Es necesario analizar los impactos del proyecto a través de una ponderación objetiva a nivel del sistema ambiental regional y en particular del área de afectación del proyecto (área de influencia directa e indirecta), especificando en el análisis aquellos que serán perceptibles a nivel del SAR y cuáles únicamente tendrán un impacto puntual en el área de afectación directa del proyecto. Además de considerar los impactos acumulativos en la zona.

El análisis de impactos es complejo ya que implica las interacciones entre la biota y su medio, y depende de las características propias de cada indicador y de la acción que se analice.

Para no subestimar o sobreestimar los impactos analizados, cada indicador se calificó en el nivel que se consideró más adecuado de acuerdo con sus características y la acción creadora del impacto. El área de afectación directa está definida como el área de desplante de las obras, que corresponde a una superficie de 3.22 ha, de las cuales se ocuparán 1.002 ha de la porción terrestre y 2.22 ha de área marina, además se contempla el extraer arena de un banco solo en una superficie de 29.88 ha, de las 38.90 Ha que posee. De esta forma, impactos sobre la topografía de la playa, el fondo marino y la salud humana, se evaluaron a nivel particular del área de afectación directa, mientras que los factores como el aire, agua, flora y fauna terrestre y marina y procesos, se analizaron a nivel del sistema ambiental. A continuación, se explican los criterios que se establecieron para los indicadores principales.

Los impactos analizados a nivel del sistema ambiental a menudo son impactos acumulativos, residuales o sinérgicos, cuya dinámica depende de su interacción a este nivel. Por ejemplo, el incremento de la superficie de playa, creando un impacto mayor al ya existente (impacto acumulativo), mientras que el transporte y flujo de tráfico de las embarcaciones únicamente llega a ser un impacto acumulativo cuando se analiza su afectación junto con el ya existente.

Asimismo, los indicadores de tipo socioeconómico, como la generación de residuos, la economía y paisaje, son significativos a nivel del sistema ambiental debido a la interrelación de los actores del proyecto con la dinámica del medio en la que se desarrolla.

Cuadro 20. Nivel de análisis de impactos.

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
<i>Ecosistemas Terrestres</i>	
Topografía.- Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas en el área de playa frente al hotel de manera puntual, de tal manera que se analizaron a este nivel.	Aire.- Las modificaciones a este indicador están relacionadas con las emisiones de contaminantes que modifican la calidad del aire y las emisiones de ruido que se sumarán a las existentes, por lo que este factor se califica a este nivel. Aquí se incluyen las emisiones de gases y ruido de la maquinaria y de las embarcaciones que laboren en el área marina.

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
	<p>Vegetación.- La cobertura vegetal costera que se desarrolla en el sistema ambiental ha sufrido importantes perturbaciones naturales y antropogénicas, derivadas de las actividades turísticas que se desarrollan en la zona, por eventos antrópicos inducidos y por los eventos naturales de años atrás, lo que ha causado su fragmentación, disminución de cobertura y cambios florísticos que se reflejan en su grado de conservación. De ahí que el impacto sobre la vegetación se evalúe a este nivel.</p> <p>Playa. Las playas de la zona costera del SAR y prácticamente de todo el estado de Quintana Roo, sufren problemas de erosión, que parece ser un fenómeno generalizado, relacionado con la ocupación de la zona costera y el desarrollo de infraestructura sin tomar en cuenta las particularidades dinámicas de estos ecosistemas. Con el proyecto se pretende recuperar la playa que se ha erosionado, lo cual se sumará a los proyectos dentro del SAR que están recuperando su playa, lo cual tiene un efecto acumulativo, por lo cual se evalúa a este nivel.</p> <p>Fauna.- La mayor parte de las especies de fauna terrestre tiene una dinámica metapoblacional, principalmente las de mayor tamaño. Por lo tanto, para mantener poblaciones genéticamente viables a largo plazo se requiere examinar a una mayor escala de superficie, por lo cual se evalúa a este nivel.</p>
<p>Ecosistemas marinos</p> <p>Fondo marino. Las modificaciones a este indicador serán ocasionadas por el desplante de las estructuras y derivados de la extracción de arena, y se manifiestan espacialmente en forma puntual en el área de afectación directa, de tal manera que se analizaron a este nivel</p>	<p>Agua. Durante las actividades de construcción del proyecto se pueden generar cambios en la calidad del agua de mar, lo que repercute de manera directa en todos los ecosistemas marinos, y de manera indirecta a nivel del sistema ambiental, por lo que este factor se analiza a nivel del sistema ambiental.</p> <p>Vegetación marina. La vegetación acuática cubre grandes extensiones, y su cobertura está dada por la interacción con otros componentes del ecosistema marino, por lo cual se evalúa a este nivel.</p> <p>Fauna marina. Los organismos acuáticos se distribuyen en diferentes partes del sistema ambiental pudiendo interactuar entre ellos por la</p>

Impactos analizados a nivel particular del área de afectación directa (área de desplante) e indirecta	Impactos analizados a nivel del sistema ambiental (SAR)
	<p>dinámica de hidrografía costera abarcando grandes extensiones, y se componen de comunidades que interactúan con los componentes del medio marino, por lo que este indicador se evalúa a nivel de sistema ambiental.</p> <p>Procesos. Este factor se evalúa a nivel del sistema ambiental dado que involucra una serie de procesos que interactúan definiendo la dinámica costera y de los medios biótico y abiótico en la zona.</p>
Medio socioeconómico	
<p>Salud humana.- Se califican los impactos potenciales de producirse a la salud humana para las personas involucradas durante la construcción del proyecto, y tiene una influencia particular.</p>	<p>Residuos. Este factor se evalúa a nivel del sistema ambiental, dado que aunque la generación de residuos es puntual, se suma a los que se generan en la zona, los cuales llegan al relleno sanitario del Municipio de Solidaridad.</p> <p>Economía.- Estos indicadores se analizan a nivel del Sistema ambiental dado que repercutirá en los trabajadores de la zona ya que se generarán empleos, y a largo plazo coadyuvará a aumentar el atractivo turístico del área y la derrama económica por esta actividad.</p> <p>Paisaje.- Los impactos a este indicador tienen efectos negativos durante las etapas de preparación y construcción, debido a las actividades propuestas, la presencia del personal y maquinaria. Sin embargo, también tendrán un impacto sobre el escenario del sistema ambiental, razón por la cual se evalúan a este nivel.</p> <p>Flujo de embarcaciones. El flujo de embarcaciones que se requieren se sumará al existente que se mueve en los diferentes puntos del SAR, por ello se evalúa a este nivel.</p>

8.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en

que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.



Cuadro 21. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	Directo: el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	Simple: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	Acumulativo: Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples suponen un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	Mediano: el efecto se produce después de 5 años	Largo: Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido

Atributos	Escala		
	1	2	3
	actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 22. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

9 REFERENCIAS.

Alcolado, P. M. 1981. Zonación de los gorgonáceos someros de Cuba y su posible uso como indicadores comparativos de tensión hidrodinámica sobre los organismos del bentos. Informe Científico-técnico Instituto Océanológico Academia de Ciencias de Cuba, 187: 1-43.

Alcolado, P., A. Corvea y A. González (1980). Variaciones morfológicas internas y externas de los abanicos de mar (*Gorgonia* spp) y su valor adaptativo. Ciencias Biológicas 5.

Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 20: 1–815.

Bayer, F. M. 1961. The shallow water octocorallia of the west Indian Region. Martinus Nijhoff. The Hague, 373 pp.

Bayer, F. M., M. Grasshoff y J. Versevedt (Eds). 1983. Illustrated trilingual glossary of morfologycal and anatomical terms applied to octocorallia. E. J. Brill/Dr. W. Backhuys. Leiden. 75 pp.

Bird, J.2004. El efecto de la alimentación de playa sobre la anidación de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) en varias playas de Carolina del Sur (Debordieu, Hunting Island, Hilton Head Island).

Botero, L. 1987. Zonación de octocorales en el área de Santa Marta y Parque Nacional Tayrona, Costa Caribe Colombiano. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 17: 61-80.

Botero, L. 1990. Observations on the size, predators and tumor-like outgrowths of gorgonian octocoral colonies in the area of Santa Marta, Caribbean coast of Colombia. NORTHEAST GULF SCI. Vol. 11, no. 1, pp. 1-10.

Cabrera, E, M. Sousa y O. Téllez. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. México, DF: CIQRO-IB-Universidad Nacional Autónoma de México.

Cairns, S. 1977. Guide to the commoner shallow-water gorgonians (Sea whips, sea feathers and sea fans) of Florida, The Gulf of Mexico and the Caribbean Region. Sea Grant Field Guide Series number 6. University of Miami. Sea Grant Program. 74 pp.

Castañares, L., Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies (Cnidaria:Anthozoa:Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9:295-344.

Chaplin, Ch. C. G. 1972. Fishwatchers guide to west-Atlantic coral reefs. Harrowood Books, Pennsylvania. 65 pp.

Colin, P. I. 1988. Marine invertebrates and plants of the living reef. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. 512 pp.

Comer-Santos, K., Tague, C., Alberts, A.C., and Franklin, J. 2006. Sea turtle nesting habitat on the US Naval Station, Guantanamo Bay, Cuba: a comparison of habitat suitability index models. *Chelonian Conservation and Biology* 5:175–187.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Restauración de ecosistemas forestales: guía básica para comunicadores. 63 p. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf> el 30 de marzo de 2016.

CONABIO, (03/11/2017). 'Relieve Submarino del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak', escala: 1:20000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Ciudad de México.

CONABIO, (25/04/2017). 'Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak', escala: 1:20000. Edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Ciudad de México.

CONABIO, (28/04/2017). 'Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak escala: 1:20000. edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Ciudad de México. (http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/coberturagw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no).

Córdoba y Ordóñez, J. y A. García de Fuentes (2003), "Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano", *Investigaciones Geográficas, Boletín*, núm. 52, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 117-136.

Diario Oficial de la Federación. 01/02/2013 NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012.

Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May Pat y M. Juan Qui. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, C.A. Mérida. Yucatán. 259 p.

Ferrer, L. M 1985. Spatial patterns of three Caribbean scleractinians: *Porites astreoides*, *Montastrea annularis*, and *Montastrea cavernosa*. Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico. Mayaguez. Puerto Rico. Thesis.

Flores, J.S. e I. Carvajal. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán.

Gardner, T. A., Cote, I. M., Gill, J. A., Grant, A., & Watkinson, A. R. (2005). Hurricanes and Caribbean coral reefs: impacts, recovery patterns, and role in long-term decline. *Ecology*, 86(1), 174-184.

Garmestani, et. al. 2000, Nest-Site Selection by the Loggerhead Sea Turtle in Florida's Ten Thousand Islands. *Journal of Herpetology* 34(4):504.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Greenberg, J. e I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami. Florida, 64 pp.

Grime, J. P. y Pierce, S. 2012. The evolutionary strategies that shape ecosystems. Wiley-Blackwell. 240 p. www.wiley.com/go/grime/evolutionarystrategies.

Gutiérrez, D., García, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R. Macías. 1993. Caracterización de los arrecifes coralinos de la reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo. México. Sian ka'an Serie Documentos No. 1: 1-47.

Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G., Loreto, R., Camarena, T. 1995. Caracterización de los arrecifes coralinos en el corredor "Cancún-Tulum", Quintana Roo, México. Sian ka'an Serie Documentos No. 4. 3-39.

Healthy Reefs, 2015. Report Card. Mesoamerican Reef. An evaluation of Ecosystem health. (<http://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2015/05/MAR-EN-small.pdf>).

Horrocks y Scott 1991. Nest site location and nest success in the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West Indies. *Marine Ecology Progress Series*. Vol 69:1-8.

Hughes, R. N. 1989. A functional biology of clonal animals. Chapman and Hall, New York. 331 pp.

Hughes, T. P. 1984. Population dynamics based on individual size rather than age: a general model with a reef coral example. *American Naturalist*, 123:728-795.

Humman, P. 1989. Reef fish identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 267 pp.

Humman, P. 1993a. Reef coral identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla 239 pp.



Humman, P. 1993b. Reef creature identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 320 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002. Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo. 49 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de hidrología subterránea.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de hidrología superficial.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de uso de suelo y vegetación.

Jones, G. y McCormick. 2002. Numerical and energetic processes in the ecology of coral reef fishes. Pages 221-242 in P. Sale, editor. Coral Reef Fishes. Academic Press.

Juarez, J. R., H.A. Chacon, H.G. Pasquetti, J.L. Rojas, L.D. Zarate, V.H. Alafita 2006. Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete – Punta Maroma. SEMARNAT. Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental. México. 120 pp.

Knowlton, N. Sea urchin recovery from mass mortality: New hope for Caribbean coral reefs? Proc. Natl. Acad. Sci. 98.9 (2001): 4822-4824.

Kramer P, McField M, Álvarez-Filip L, Drysdale I, Rueda-Flores M, Giro A y Pott R. 2015. Reporte de la Salud Ecológica del Arrecife Mesoamericano 2015. Iniciativa Arrecifes Saludables (www.arrecifessaludables.org).

Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994. Caracterización de 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Desarrollo arrecifal y Estructura de la comunidad. Reporte final.

Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994b. Caracterización de la circulación marina, transporte litoral y procesos costeros en 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Reporte final.

Leonard Ozan Corey R. 2011. Evaluating the Effects of Beach Nourishment on Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) Nesting In Pinellas County, Florida Graduate Theses and Dissertations. <http://scholarcommons.usf.edu/etd/3204>

Lessios, H.A., Kessing, B.D. y Pearse, J.S. 2001. Population structure and speciation in tropical seas: global phylogeography of the sea urchin *Diadema*. *Evolution* 55: 955–975.

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

Lirman, D. (2003). A simulation model of the population dynamics of the branching coral *Acropora palmata* Effects of storm intensity and frequency. *Ecological modelling*, 161(3), 169-182.

Littler, D. M., Littler, K., Buchery J. Norris. 1989. *Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.

Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar. Biol.* 13:100-23.

MacKinnon, B y J. S. Flores. 2005. Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves. *Amigos de Sian Ka'an*. 37 p.

Medina-Rangel, G.F. 2001. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 50 (1).

Merino, M. y L. Otero, 1991. *Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p

Nelson, et al 1992a. Do low incubation temperatures yield female in painted turtles?. *Can. J. Zool.* 70:391-394.

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.

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.

Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. *Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam*, 2:986-992.

Padilla-Souza, A. C. 2016. Programa interdisciplinario de restauración activa par acompensar daños antropogénicos en arrecifes coralinos del caribe mexicano. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto No. JA009. Ciudad de México.

Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. *Ecology*. 53:745-748.

Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Publicado el día 20 de diciembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo).

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de Mayo de 2009.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Salmon, M. 2005. Protecting sea turtles from artificial night lighting at Florida's oceanic beaches. , C. Rich and T. Longcore, eds. Island Press, Washington, D.C.

Salmon, M., R. Reiners, C. Lavin, and J. Wyneken. 1995. Behavior of Loggerhead Sea turtles on an urban beach. I. Correlates of nest placement. *Journal of Herpetology* 29(4):560-567.

Smith, F. G. W. 1972. Atlantic reef corals. A handbook of common reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 14 pp.

Stokes, F. J. 1984. Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of the Caribbean, Florida, Bahamas and Bermuda. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Publisher. 160 p.

Ward, W. C. 1997. Geology of coastal islands, northeastern Yucatan peninsula. En: Vacher, H.L, Quinn, T. M. (editores). *Geology and Hydrogeology of Carbonate Islands*. Elsevier Science, B. V. Páginas publicadas 275 a 298.

Zea, S. 1987. Esponjas del Caribe Colombiano. *Catálogo Científico*. Colombia, 283 p.

Zlatarski, V. N. y N. Martinez. 1982. Les Scléactiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés. *Académie Bulgare des Sciences*. Sofia. 472 pp.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>de boyeo que marcan áreas de tránsito de embarcaciones, o bien, estos proyectos de arrecifes artificiales o protecciones costeras, que han sido instalados en proyectos en varias partes del SAR.</p> <p>El componente central en la zona de influencia indirecta y directa de acuerdo al proyecto que se plantea está conformado por 3 ecosistemas principales: playa, duna y zona marina.</p> <p>La playa se percibe con una zona rellenada que corresponde a Mayakoba y otra en proceso erosivo que corresponde a la del hotel Grand Velas, y con transeúntes. La duna se aprecia en condiciones de cobertura vegetal de la restauración en Velas y parcialmente impactada en Mayakoba. La zona marina se aprecia con boyas, arrecifes artificiales temporales, estructuras protectoras de costa, con tránsito marítimo.</p>		
Economía	<p>La actividad económica básica del Municipio de Solidaridad se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios sino del Estado ya que, durante el 2017, la afluencia de turistas a la Riviera Maya (Municipio de Solidaridad-Playa del Carmen y Tulum) fue de 2.6 millones de visitantes (43.88%) del total de visitantes que recibió el Estado (5,925,980 millones).</p> <p>La oferta de habitaciones de hospedaje del estado para el 2017 fue de 99051 en 1034 hoteles. De estos, 269 se ubican en el Municipio de Solidaridad (Playa del Carmen) con 38750 cuartos de hotel, representando el 39.12% de la oferta de cuartos del Estado.</p> <p>Al encontrarse el proyecto en el Municipio de Solidaridad se proyecta la importancia de mantener en buenas condiciones el recurso del concepto “Sol y Playa” que ofrece al turista que visita sus instalaciones.</p>	<p>El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, generando un proyecto problema para la economía e imagen de Solidaridad.</p>	<p>La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales para los habitantes de la región, lo cual también repercute en la economía local.</p> <p>La demanda de servicios para el desarrollo del proyecto, específicamente en la compra y adquisición de materiales para la construcción generará un impacto económico positivo en el Municipio de solidaridad y los municipios aledaños.</p> <p>La playa tendrá mayor atractivo turístico el predio derivado de las actividades de rehabilitación de la playa, lo que se traduce en derrama económica por la ocupación del hotel, y hacia el SAR.</p>

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintos programas o medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto oficialmente, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos exigidos en la industria turística y de servicios, como por ejemplo las certificaciones ambientales que hacen referencia a una calidad ambiental que garantiza la conservación de los recursos naturales.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental*, exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Para ello en esta MIA-R se han integrado los siguientes programas, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

- ✓ Programa de Manejo de Residuos Sólidos.
- ✓ Programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina.
- ✓ Programa de Desempeño ambiental.
- ✓ Programa de Difusión ambiental.

Preparación del sitio, Construcción y Operación.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-R, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 6. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local Pláticas de inducción ambiental para la adecuada implementación de las medidas de mitigación.	Contratación de personal local
Delimitación y colocación de boyas del área de construcción del proyecto.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Monitoreo de la zona de playa y arrecifes artificiales Levantamientos topobatemétricos anuales.
Instalación de sanitarios portátiles.	Verificación de equipos y maquinaria.	Uso de los sanitarios del hotel y verificación de equipos
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Colocación de mallas antidispersión durante la construcción de arrecifes artificiales, extracción, bombeo y relleno de arena.	Colocación de mallas antidispersión durante la extracción, bombeo y relleno de arena.
Rescate de flora terrestre y ahuyentamiento de fauna	Limpieza del área de trabajo	Limpieza del área de trabajo
Rescate y reubicación de organismos en la porción marina.	Mejoramiento de duna restaurada	Monitoreo de playa y duna
Manejo adecuado de residuos.	Manejo adecuado de residuos	Manejo adecuado de residuos
Preparación de embarcaciones y maquinaria	Mantenimiento de embarcaciones y maquinaria	Mantenimiento de embarcaciones y maquinaria
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	