



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



Capítulo 1

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Datos Generales del Proyecto	3
1.2.1. Nombre del Proyecto.....	3
1.2.2. Datos del Sector	3
1.2.3. Ubicación del Proyecto.....	3
1.2.4. Duración del Proyecto	6
1.3. Datos Generales del Promovente.....	6
1.3.1. Nombre o Razón Social	6
1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente	6
1.3.3. Nombre del Representante Legal	7
1.3.4. Clave Única de Registro de Población del representante legal (CURP)	7
1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal.....	7
1.3.6. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para Oír o Recibir Notificaciones en la Ciudad de México.....	7
1.4. Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental	7
1.4.1. Nombre o Razón Social	7
1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes	7
1.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio	7
1.4.4. Clave Única de Registro de Población del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio	7
1.4.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio	8
1.4.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio	8

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

1.1. Introducción

De acuerdo al artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

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

El artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA) establece que:

“La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

- 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 ordenamiento jurídicos aplicables;
- IV. Descripción del Sistema Ambiental Regional y señalamiento de las 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; e
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental”.

En cumplimiento de las disposiciones anteriormente citadas en este capítulo se presentan los datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental del proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche.

1.2. Datos Generales del Proyecto

1.2.1. Nombre del Proyecto

Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche, en adelante “el Proyecto”.

1.2.2. Datos del Sector

- Sector: Terciario¹
- Subsector: Turismo¹

1.2.3. Ubicación del Proyecto

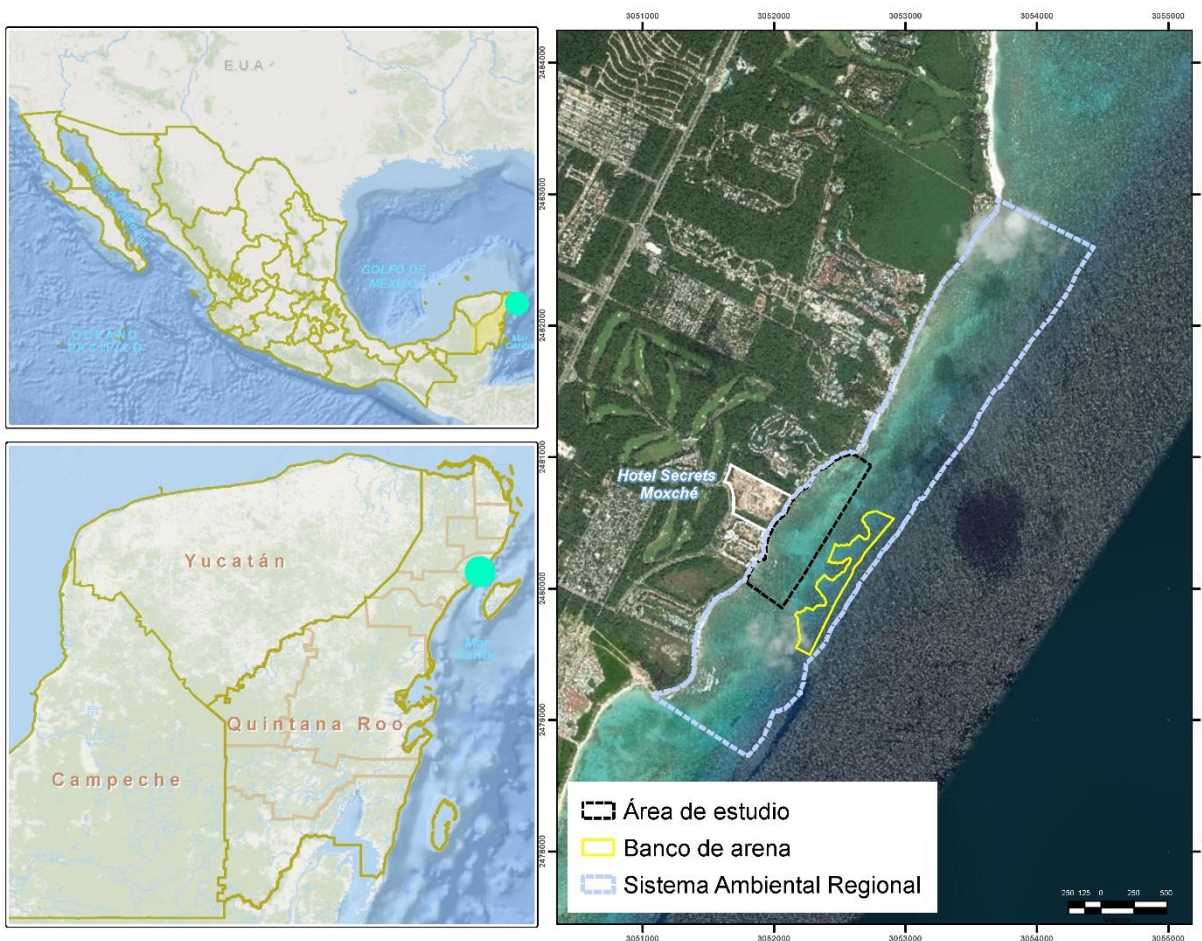
El Proyecto se desarrollará en la franja costero marina al frente del desarrollo turístico hotel Secrets Moxche, mismo que se ubica a la altura del kilómetro 295 de la carretera federal Chetumal – Puerto Juárez, dentro del municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (Figura 1. 1).

El hotel Secrets Moxche cuenta con una autorización en materia de impacto ambiental emitida mediante oficio número 04/SGA/0900/13, con fecha del 24 de julio de 2013. Así mismo, el promovente, cuenta con el título de concesión para el uso y aprovechamiento general de la Zona Federal Marítimo Terrestre frente al hotel Secrets Moxche, autorizado mediante oficio número DGZF-887/09, con fecha del 10 de agosto de 2009, y una vigencia de 15 años (Anexo 3.1).

El banco marino seleccionado para llevar a cabo la extracción de arena se ubica a 600 m al este y sureste del desarrollo turístico antes mencionado.

¹ GRUDEMI. (2017-2020). Enciclopedia Económica. Obtenido de: <https://enciclopediaeconomica.com/sectores-economicos/>.

Figura 1. 1. Ubicación geográfica general del Proyecto.



De acuerdo a diversas instituciones el Proyecto se localiza en las siguientes zonas de riesgo o vulnerables:

- Zona de vulnerabilidad ante inundaciones. Con categoría alta. Identificada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (Figura 1. 2).
- Zona de exposición climática. Con categoría media. Identificada por Monterroso, et al., 2014², en el documento "Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México", del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. La exposición climática determina el grado de estrés climático sobre una unidad particular de análisis. Puede estar representada por cambios en las condiciones climáticas o bien por cambios en las variables climáticas, donde se incluye la magnitud y frecuencia de eventos extremos, los componentes utilizados para evaluar esta variable son: a) Frecuencia de eventos extremos, b) problemática ambiental y c) clima y cambio climático (Figura 1. 3).

² Monterroso R. A., Fernández. A., Trejo R. I., Conde A. C., Escandón J., Villers L. y Gay C. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/>.

Figura 1. 2. Vulnerabilidad por inundaciones (CENAPRED).

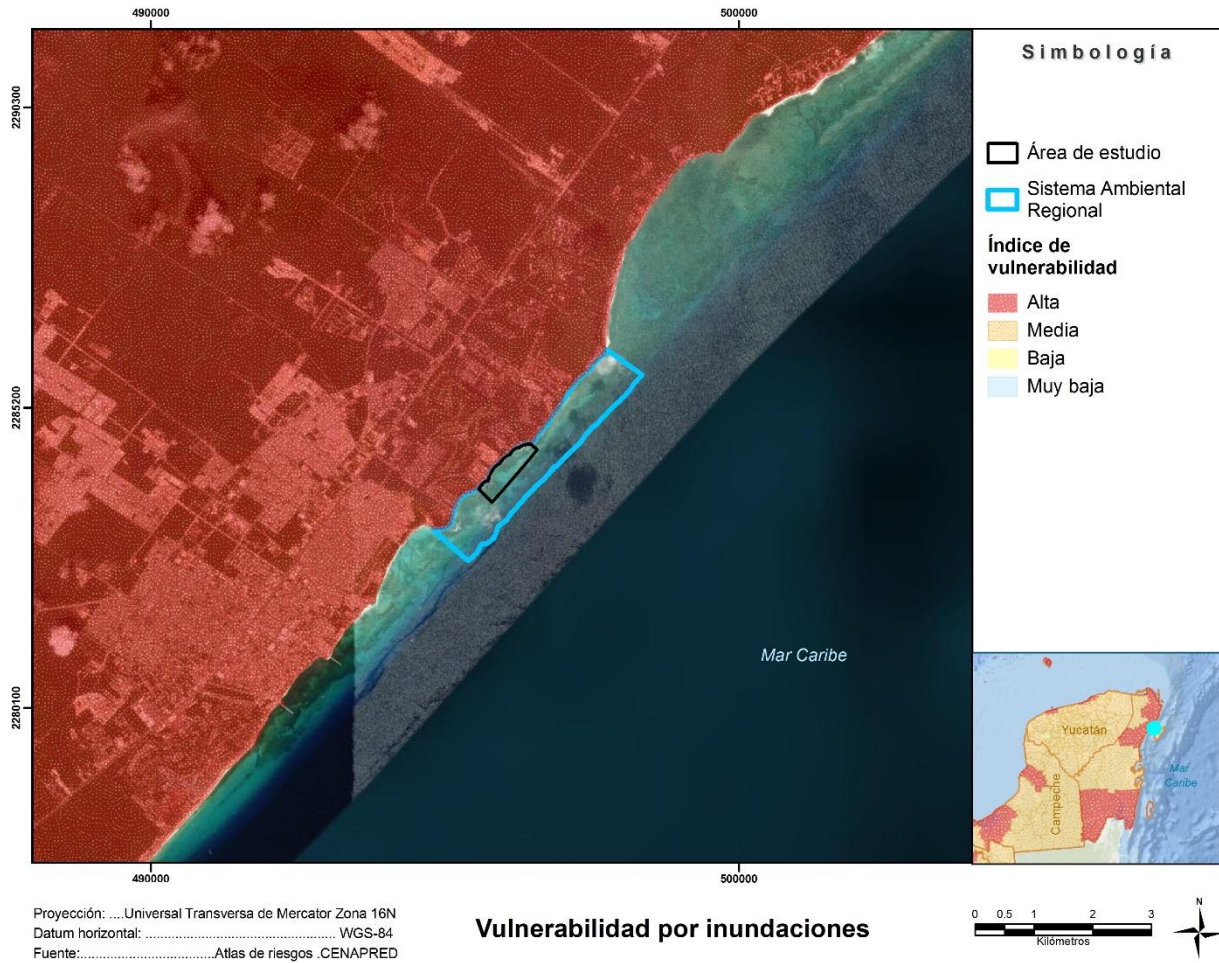
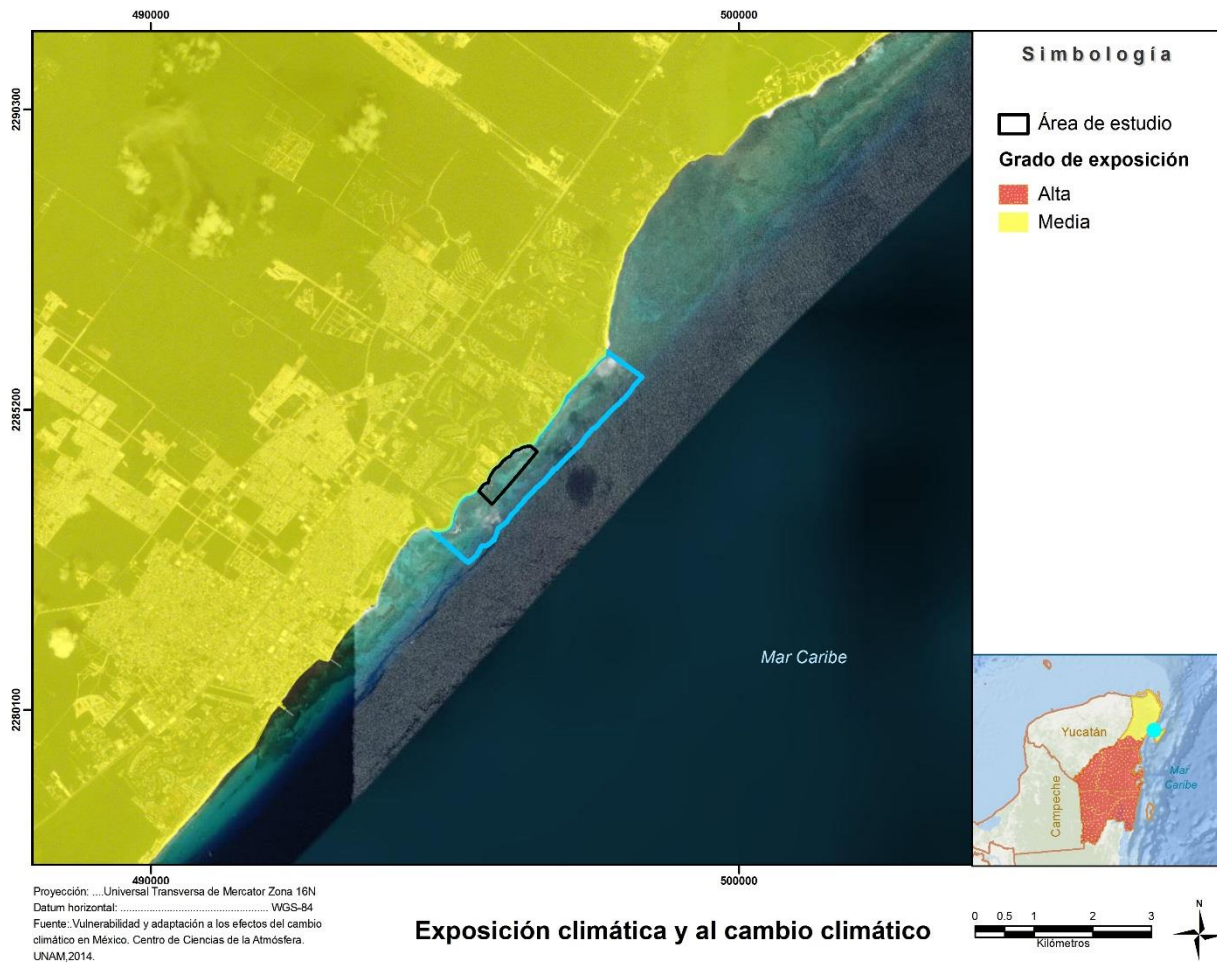


Figura 1. 3. Exposición climática (Monterroso, et al., 2014).



1.2.4. Duración del Proyecto

Mayor a 90 años

1.3. Datos Generales del Promovente

1.3.1. Nombre o Razón Social

El proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche es promovido por [REDACTED] que se acredita mediante Escritura Pública número [REDACTED] (Anexo 1.1).

1.3.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

[REDACTED] (Anexo 1.2).

1.3.3. Nombre del Representante Legal

[REDACTED], personalidad que se acredita con los siguientes documentos legales;

- Identificación oficial del representante legal (Anexo 1.3).
- [REDACTED] (Anexo 1.4).

1.3.4. Clave Única de Registro de Población del representante legal (CURP)

[REDACTED] (Anexo 1.5).

1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal

[REDACTED]

1.3.6. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para Oír o Recibir Notificaciones en la Ciudad de México

[REDACTED]

1.4. Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.4.1. Nombre o Razón Social

[REDACTED]

1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

1.4.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio

[REDACTED]

1.4.4. Clave Única de Registro de Población del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

[REDACTED]

1.4.5. Cedula Profesional del Responsable Técnico de la Elaboración del Estudio

██████████ (Anexo 1.7)

1.4.6. Dirección del Responsable Técnico del Estudio



Los especialistas responsables del diseño del proyecto y elaboración de la manifestación de impacto ambiental regional (MIA-R) se enlistan en la Tabla 1. 1. Cabe destacar que si bien, la empresa ██████████, es la responsable técnica de la manifestación de impacto ambiental a través de su Director de Operaciones, ██████████, los datos presentados en este estudio relativos al diseño de proyecto y procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento fueron proporcionados por la empresa promovente.

Tabla 1. 1. Especialistas participantes en la elaboración de la MIA-R.

Nombre	Empresa	Especialidad
██████████	██████████	Planificación ambiental, evaluación de impacto ambiental, ecología y manejo de la zona costera, supervisión y manejo ambiental de proyectos turísticos costeros
██████████	██████████	Política pública y ambiental, manejo integral de recursos naturales y biodiversidad
██████████	██████████	Evaluación de impacto ambiental y coordinación de la integración de la manifestación de impacto ambiental
██████████	██████████	Integración de la manifestación de impacto ambiental, caracterización ambiental y vinculación legal
██████████	██████████	Geografía, sistemas de información geográfica y generación de cartografía
██████████	██████████	Evaluación de impacto ambiental
██████████	██████████	Evaluación de impacto ambiental
██████████	██████████	Ecología de arrecifes, caracterización ambiental marina y manejo de recursos costeros
██████████	██████████	Diseño del proyecto y memoria técnica de modelaje
██████████	██████████	Diseño del proyecto y memoria técnica de modelaje

Nombre	Empresa	Especialidad
[REDACTED]	[REDACTED]	Diseño del proyecto y memoria técnica de modelaje
[REDACTED]	[REDACTED]	Estudio oceanográfico, dinámica litoral y propuesta de diseño del proyecto
[REDACTED]	[REDACTED]	Estudio oceanográfico, dinámica litoral y propuesta de diseño del proyecto

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO2

2.1. Introducción 2

2.2. Información General del Proyecto.....2

 2.2.1. Naturaleza del Proyecto2

 2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto4

 2.2.3. Ubicación y Dimensiones del Proyecto6

 2.2.4. Inversión Requerida..... 18

2.3. Descripción General del Proyecto..... 22

 2.3.1. Representación Gráfica Regional..... 27

 2.3.2. Representación Gráfica Local 28

 2.3.3. Uso Actual del Suelo 29

 2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos..... 32

2.4. Características Particulares del Proyecto 33

 2.4.1. Fase I..... 34

 2.4.1.1. Obras de Protección Costera (Rompeolas) 34

 2.4.1.2. Extracción de Arena y Transporte de Sedimentos 38

 2.4.1.3. Relleno de Playa 40

 2.4.1.4. Hábitats Artificiales 48

 2.4.1.5. Áreas de Maniobras y Zona de Embarque..... 50

 2.4.2. Fase II 51

 2.4.2.1. Ampliación de la Obra de Protección Costera Rompeolas R1 51

 2.4.2.2. Arrecifes Disipadores 51

 2.4.2.3. Consolidación y Estructuración de Duna 52

 2.4.3. Programa General de Trabajo..... 53

 2.4.4. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto 55

 2.4.4.1. Fase I..... 55

 2.4.4.2. Fase II..... 72

 2.4.4.3. Fase I y II..... 81

 2.4.5. Insumos 81

 2.4.5.1. Personal..... 81

 2.4.5.2. Material y Equipo 82

 2.4.5.3. Combustible..... 84

 2.4.5.4. Energía 84

 2.4.5.5. Agua 84

 2.4.6. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 85

 2.4.6.1. Generación, Manejo y Disposición de Residuos 85

 2.4.6.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero 86

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

2.1. Introducción

En cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), el [REDACTED], en adelante “la Promovente”, solicita a su H. Autoridad la evaluación y autorización, en materia de impacto ambiental, del Proyecto de Recuperación y Estabilización de Playa en el Desarrollo Secrets.

2.2. Información General del Proyecto

2.2.1. Naturaleza del Proyecto

El Proyecto se concentra fundamentalmente en una estrategia integral y a largo plazo de protección y restauración del perfil costero al frente de playa del hotel Secrets Moxche. Esta estrategia está sustentada en la información técnica derivada de la realización de diversos estudios ambientales y la participación de un equipo multidisciplinario de expertos (Capítulo 1, Tabla 1.1), los resultados de los estudios realizados pueden consultarse en el Capítulo 4 y sus anexos.

Con la implementación del Proyecto se busca frenar, revertir y mitigar los efectos del proceso regional de erosión costera originado por factores naturales y antrópicos, que ha suscitado la reducción progresiva del ancho de la playa y la pérdida de arena en el sistema.

Entre los beneficios ambientales que generará el Proyecto se encuentran la rehabilitación del ecosistema de duna y playa, la recuperación de los componentes y servicios ambientales asociados a estos ambientes y la generación de un ambiente con mayor riqueza y diversidad en el medio marino a través de la instalación de infraestructura promotora de nuevos hábitats para el desarrollo de la flora y fauna. Otros efectos positivos sociales y económicos que se conseguirán son la recuperación de la calidad del paisaje, para el uso recreativo – turístico y la protección de la infraestructura hotelera.

Se debe agregar que el Proyecto, en conjunto con los otros proyectos de protección y recuperación costera registrados en la región, fortalecerá y potenciará los esfuerzos para combatir el proceso generalizado de erosión que presentan las costas de Quintana Roo, así como la mitigación a los efectos originados por el cambio climático.

El Proyecto considera la implementación de sus obras y actividades en dos fases (Figura 2. 1), e incluye la ejecución de los elementos que se enlistan a continuación, describiéndose de manera breve en este apartado y a detalle en la sección 2.4 Características Particulares del Proyecto.

Fase I

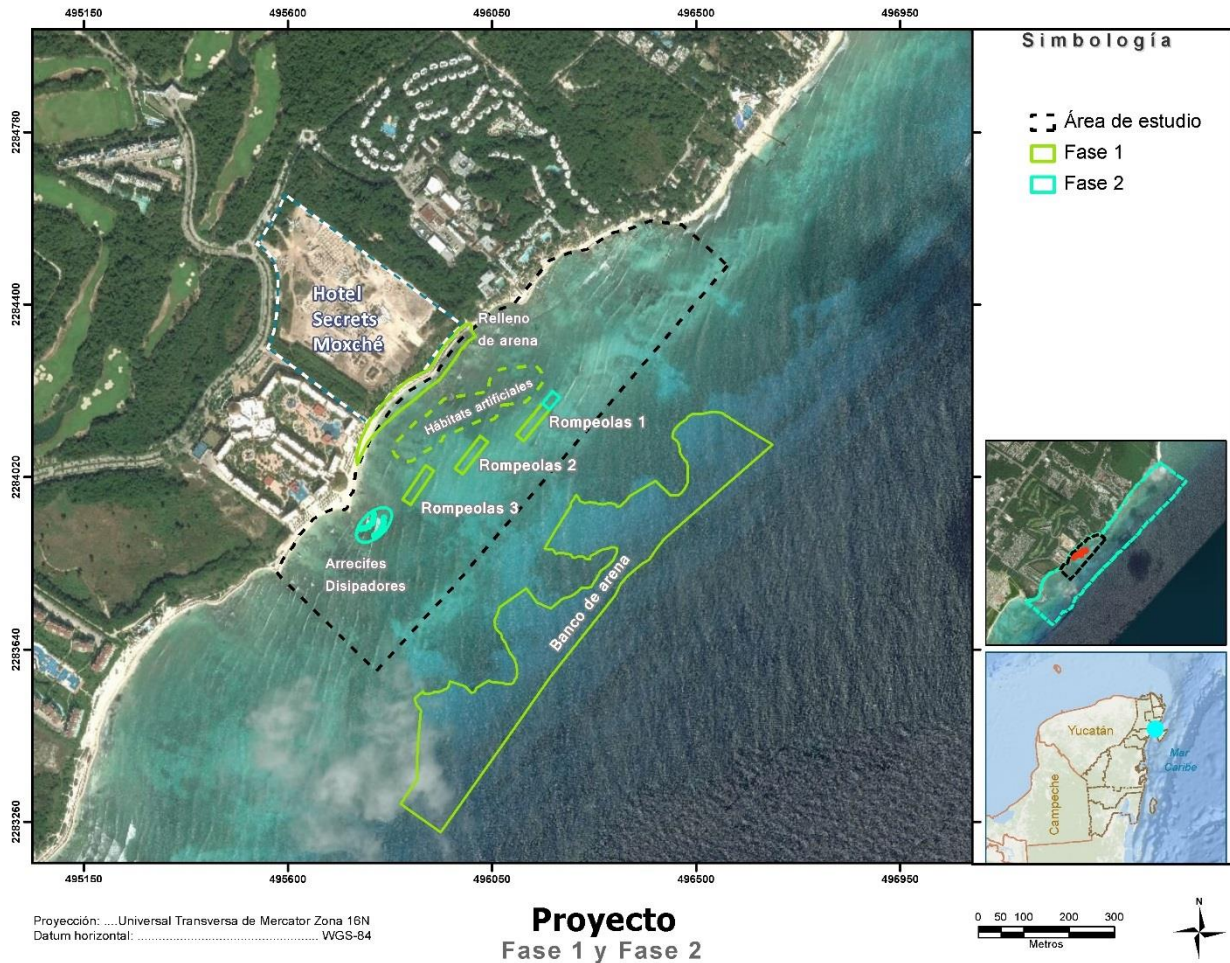
- 1) Obras de protección costera: Construcción de tres rompeolas (R1, R2 y R3) de 75 m de longitud.
- 2) Extracción y transporte de arena: Extracción de aproximadamente 28,660.84 m³ de arena, del banco marino MOX 1. Transporte de sedimentos al área de depósito mediante una draga de tolva.
- 3) Relleno de playa: Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 300 m, forestación con vegetación dunar e instalación de captadores pasivos de arena.
- 4) Hábitats artificiales: Delimitación y selección del área para la posterior instalación de un vivero de coral y sembrado de corales en estructuras promotoras de arrecife (nuevos hábitats), así como la realización de actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche.

Fase II

- 5) Ampliación de la obra de protección costera identificada como rompeolas R1: Construcción de la extensión del rompeolas R1.
- 6) Arrecifes disipadores: Instalación de elementos precolados sólidos o con cierta porosidad, de tipo WAD (*Wave Attenuation Device*) o reef ball o similar.
- 7) Consolidación y estructuración de duna: Construcción de una duna de arena artificial no estructurada.

Cabe mencionar que la puesta en marcha de la Fase II estará condicionada a los resultados que se obtengan de al menos un año, del monitoreo que se ha establecido a la dinámica costera; posterior a la implementación de la Fase I.

Figura 2. 1. Vista general de las obras y actividades consideradas en la Fase I y Fase II del Proyecto.



El Proyecto también contempla habilitar un patio de maniobras, en el predio del hotel Secrets Moxche y una zona de embarque en la en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) concesionada a la Promovente y zona marina frente al desarrollo turístico, las superficies a utilizar, en la porción terrestre, se identifican sin vegetación aparente.

2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto

En la actualidad, de acuerdo a diversos estudios realizados por las instituciones académicas como el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM), El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), así como el Departamento de Ingeniería Costera ubicado en Mérida Yucatán, a través de diversos trabajos de investigación llevados a cabo por doctores y maestros investigadores de las instituciones previamente mencionadas, se puntualiza que las playas de muchas partes del mundo y en particular para este trabajo, la costa de Quintana Roo, año con año se ha visto severamente afectada por el efecto erosivo constante (González, et al, 2013).

Este efecto erosivo que ha conllevado a un retroceso de costa en la mayor parte del caribe mexicano, está asociado a diversos factores como es el incremento del nivel del mar (Acuña, 2012), el aumento en la intensidad y recurrencia de eventos meta oceánicos extremos típicos y atípicos (Mann & Emanuel, 2006) y la falta o escasez de aporte sedimentario (Martell-Dubois, 2013) producto de una disminución del ecosistema arrecifal (Arrecifes Saludables, 2018).

La recuperación de playas en sitios en los que se ha detectado un proceso de erosión permanente o crónico ha de atenderse considerando no solo la posición original y la evolución histórica de la línea de costa, sino los procesos regionales y los eventos extraordinarios que han dado lugar al retroceso litoral. Solo así se puede lograr que una playa recuperada adquiera una nueva condición estable cuyas nuevas dimensiones son resultado de una combinación de los procesos naturales de mediano y largo periodo presentes en el área costera y del funcionamiento de las actuaciones que se ejecuten para mantener la posición de la línea de costa.

El hotel Secrets Moxche se ubica en la zona costera del municipio de Solidaridad, en la localidad de Playa del Carmen. Enfocados en la playa que se ubica frente al desarrollo turístico, es evidente que existe un retroceso en la línea de costa y que el sistema no ha podido recuperarse por sí mismo. De acuerdo a los estudios ambientales realizados para el Proyecto, el diagnóstico de la pérdida de playa se atribuye a los siguientes factores:

- El déficit en las entradas del sedimento pues al ser material calcáreo proveniente de materia orgánica, en caso de una reducción de ambientes de arrecife de coral, también habría escasez de materia prima para reabastecer las playas.
- Actividades antropogénicas que modifican e impactan la costa reduciendo la capacidad de que el sistema ambiental se recupere.
- El aumento en la intensidad de eventos energéticos climatológicos que propician un aumento de energía en los procesos que erosionan la playa.

El estudio oceanográfico y de dinámica litoral, menciona que en la zona costera en la que se ubica el Proyecto se observa una considerable variabilidad, con avance y retroceso máximo de la línea de costa de hasta 20 m, en un periodo de análisis comprendido de 2006 a 2017.

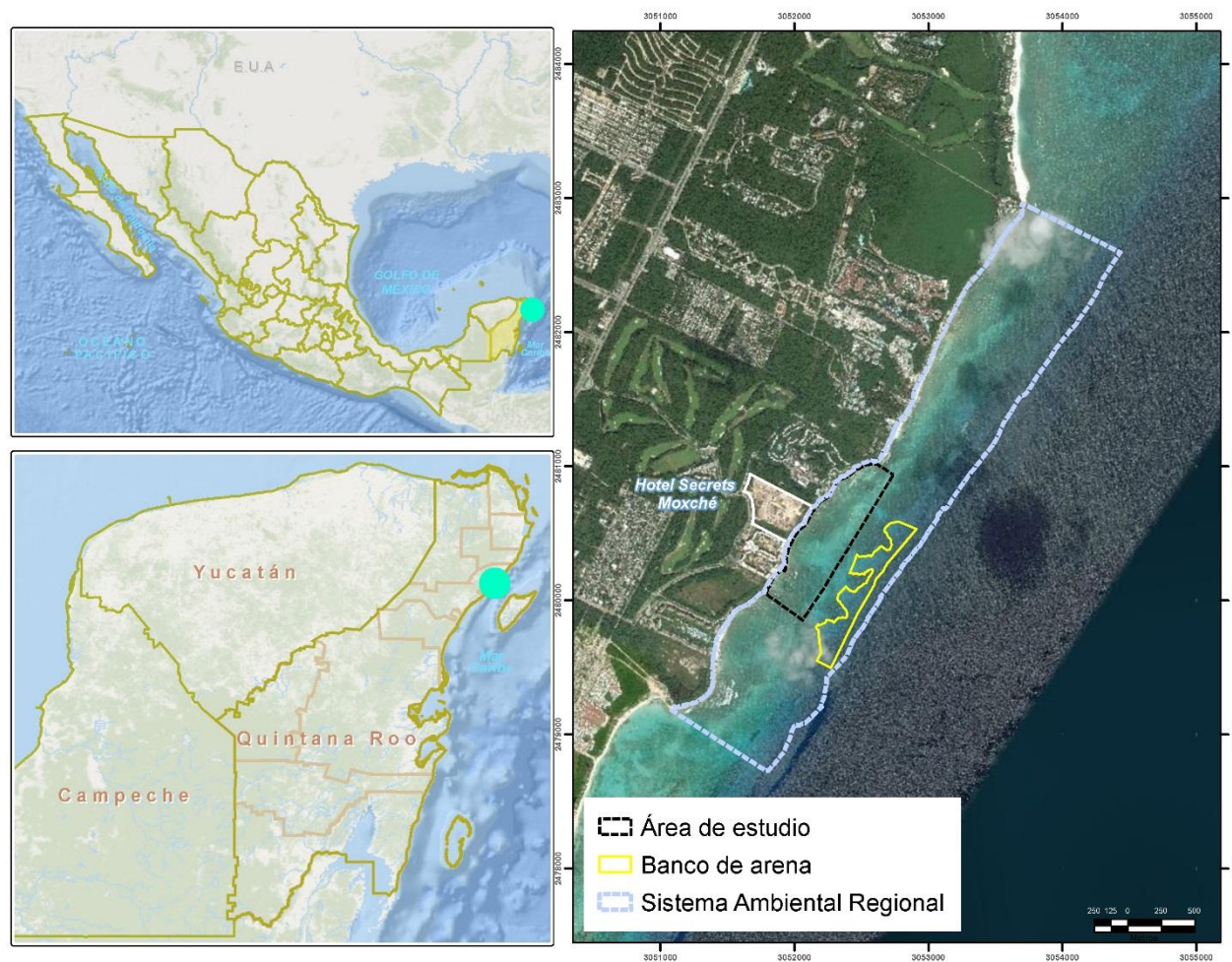
Ante este escenario se requiere recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la zona de playa frente al hotel Secrets Moxche, por lo que el principal objetivo que persigue este Proyecto consiste en la implementación de un proyecto integral que ayude a proteger la costa del efecto erosivo provocado por el oleaje, los eventos climáticos extremos y los efectos adversos generados por el cambio climático, todo esto buscando una armonía natural con el medio ambiente. Adicionalmente se espera mantener la funcionalidad del ecosistema, proteger las actividades humanas y favorecer la continuidad de la operación turística ya establecida en el sitio.

De acuerdo al análisis de la efectividad del Proyecto, basado en herramientas numéricas, éste es considerado satisfactorio, es decir no se identifican efectos colaterales negativos en el sistema, por el contrario, su implementación ayudara a alcanzar su principal objetivo, al reducir la energía del oleaje, estabilizar los sedimentos, reducir la erosión de la costa y mantener una playa más estable.

2.2.3. Ubicación y Dimensiones del Proyecto

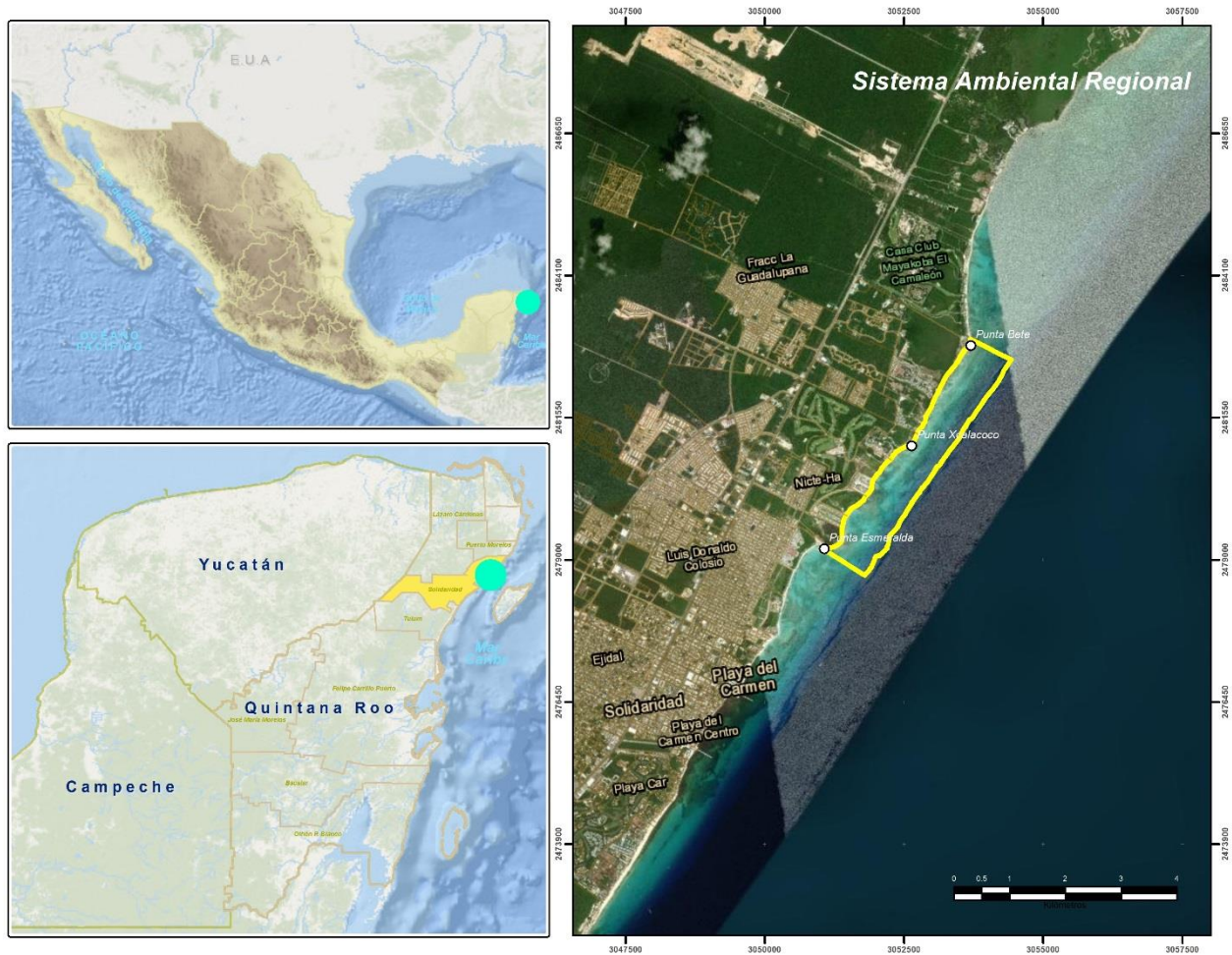
El Proyecto se ubica en la Zona Federal Marítimo Terrestre y marina colindante con el hotel Secrets Moxche, que se localiza en el centro de población de Playa de Carmen, en el municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (Figura 2. 2).

Figura 2. 2. Localización geográfica regional del Proyecto.



El Sistema Ambiental Regional (SAR) definido para el Proyecto ocupa un área de 304.04 ha y una distancia lineal de 4.5 km de frente de playa. En su parte marina, hacia mar adentro, el polígono del SAR está delimitado por la isobata de los 20 m (Figura 2. 3).

Figura 2. 3. Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



Como fue indicado en el apartado 2.2.1 Naturaleza del Proyecto, éste se integra de siete elementos divididos en 2 fases: Fase I. 1) Construcción de obras de protección costera, 2) extracción de arena de un banco marino y transporte de los sedimentos al área de depósito, 3) relleno de playa frente al hotel Secrets Moxche e, 4) instalación de hábitats artificiales y vivero, sembrado de corales y actividades recreativas. Fase II. 5) Ampliación de la obra de protección costera rompeolas R1, 6) Instalación de arrecifes disipadores y 7) consolidación y estructuración de duna. Las ubicación y dimensiones de cada uno de ellos, se presentan a continuación:

Fase I

1) Obras de protección costera (rompeolas): Los rompeolas serán construidos paralelos a la línea de costa, en la zona marina frente al hotel Secrets Moxche, en conjunto ocuparán una superficie de 5,670 m². La ubicación geográfica y dimensiones de cada una de las estructuras se presentan en la Tabla 2. 1 y Tabla 2. 2.

Tabla 2. 1. Coordenadas geográficas de los ejes de las obras de protección costera (rompeolas).

Rompeolas 1 (R1)	Inicio	X	496116.1535	Y	2284112.1205
	Fin	X	496164.1523	Y	2284169.7496
Rompeolas 2 (R2)	Inicio	X	495981.0028	Y	2284038.9845
	Fin	X	496027.2470	Y	2284098.0333
Rompeolas 3 (R3)	Inicio	X	495866.1364	Y	2283971.1768
	Fin	X	495908.2456	Y	2284033.2398

Tabla 2. 2. Dimensiones de cada estructura de protección costera (rompeolas) y área ocupada dentro del Sistema Ambiental Regional.

Obra	Superficie (m ²)	Longitud (m)	Ubicación
Rompeolas 1 (R1)	1,890	75	Marina
Rompeolas 2 (R2)	1,890	75	Marina
Rompeolas 3 (R3)	1,890	75	Marina
Total	5,670	-----	-----

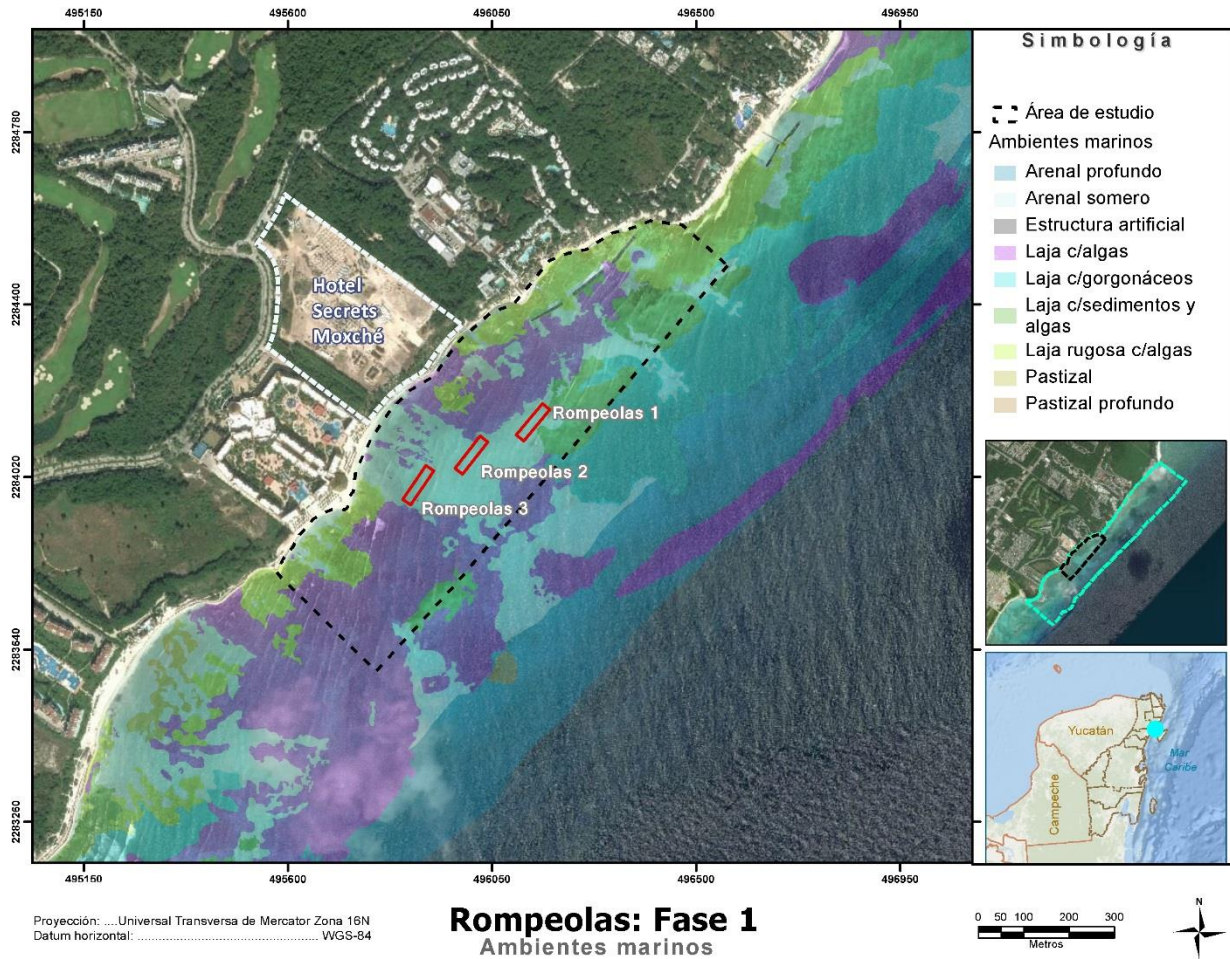
De acuerdo al estudio de caracterización ambiental, el ambiente marino en que serán construidas las obras de protección costera corresponde con Arenal somero (5,634 m²), y en menor medida (menos del 1% aproximadamente) a Laja con algas (23.73 m²) y Laja con sedimentos y algas (11.95 m²) (Figura 2. 4).

El Arenal somero presentó un sustrato de arena fina, con muy poca presencia de vegetación marina, y la biota béntica conspicua es prácticamente inexistente. Algunos ejemplares (dispersos y aislados) de la especie *Plexaurella nutans* (coral blando) fueron registrados.

El ambiente de Laja con algas presenta alta sedimentación y una dominancia del alga roja *Acanthophora spicifera*, con menor presencia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como *Udotea fibrosa* y *Penicillus dumetosus*. El sitio tiene una alta presencia de gorgonáceos de la especie *Pterogorgia anceps*, que es característico de sitios con alta sedimentación.

El ambiente Laja con sedimentos y algas presentó un sustrato de laja cubierto por una capa delgada de sedimentos finos, de pocos centímetros de grosor, con un crecimiento de algas verdes calcáreas de los géneros *Avrainvillea* spp., *Caulerpa* spp., *Halimeda* spp., *Penicillus* spp., *Rhipocephalus* spp. y *Udotea* spp.; además del alga roja *Bostrychia tenella*. También se registró la presencia de corales blandos de las especies *Gorgonia flabellum* y *Pterogorgia* spp., así como algunas colonias de tamaño pequeño de corales duro de las especies *Porites* spp. y *Dichocoenia stokesii*.

Figura 2. 4. Ubicación de las obras de protección costera (rompeolas) en los tipos de ambientes marinos.



2) Extracción de arena de un banco marino y transporte de los sedimentos al área de depósito: El banco marino MOX 1 seleccionado para la extracción de sedimentos, cuenta con una superficie de 149,038.04 m², y un volumen de sedimentos estimado en 71,250 m³. Este se localiza al este y sureste del sitio de relleno de playa, a aproximadamente 600 m, sus coordenadas geográficas se presentan en la Tabla 2. 3. De acuerdo a la caracterización ambiental, los ambientes marinos en los que se ubica corresponden en mayor medida a Arenal profundo (122,996.17 m²) y Arenal somero (26,000.48 m²), y en menor medida a Laja con algas (41.32 m²) y Laja con gorgonáceos (0.07 m²) (Figura 2. 5).

El Arenal profundo se describió como un área extensa y homogénea con sustrato de arena fina y media de color claro, en donde la capa de arena es muy gruesa, siendo mayor a 1 metro en varios sitios. La mayor parte de este ambiente está formado por grandes extensiones de arena sin biota sésil conspicua, pero existen algunas áreas con crecimiento de vegetación, muy escasa en abundancia de algas verdes calcáreas de los géneros *Penicillus* spp. y *Rhipocephalus* spp., con presencia escasa del pasto marino de la especie *Halodule wrightii* (> 6%). También se registró, en la parte norte del polígono, un banco de caracoles de la especie *Strombus raninus*, en agregación reproductiva.

El Arenal somero presentó un sustrato de arena fina y media de color claro, con una capa de sedimento que en promedio tiene un grosor menor a un metro. Gran parte del ambiente se registra sin biota sésil conspicua, pero existen áreas con crecimiento de vegetación, con dominancia de algas verdes calcáreas de los géneros *Halimeda* spp., *Penicillus* spp. y *Rhipocephalus* spp., con una mayor presencia del paso marino de la especie *Halodule wrightii*.

El ambiente Laja con algas presentó un sustrato de laja de bajo relieve, cubierto de bastante sedimento, donde se registra el crecimiento de algas en parches de baja densidad con dominancia de algas verdes calcáreas de los géneros *Rhipocephalus* spp. y *Halimeda* spp., y algunos en donde domina el alga roja de la especie *Bostrychia tenella*. También se registró la presencia de ejemplares de corales blandos de talla pequeña, principalmente del género *Pterogorgia* spp. y colonias de coral muy pequeñas y escasas del género *Siderastraea* spp.

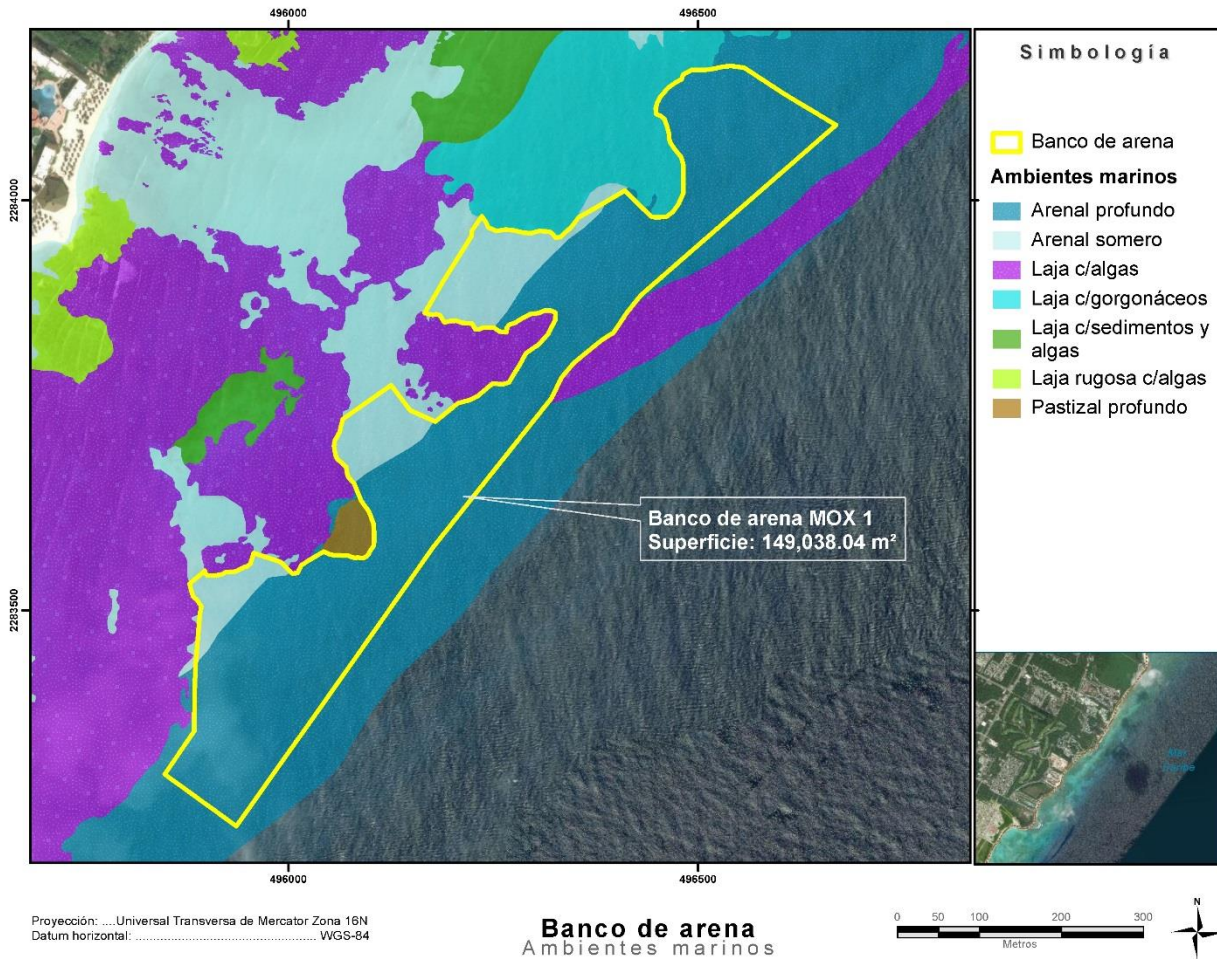
El ambiente de Laja con gorgonáceos registró un sustrato de laja con poco relieve, cubierto de una capa delgada de sedimentos finos, y algas verdes calcáreas de los géneros *Halimeda* spp., *Penicillus* spp., *Rhipocephalus* spp y *Udotea* spp. La comunidad bentónica son los gorgonáceos, con presencia de colonias de varias especies de tamaños medianos y grandes con alta abundancia, y dominancia de la especie *Eunicea mammosa*, seguida de otras especies de los géneros *Pseudopterogorgia* spp., *Pterogorgia* spp., *Eunicea* spp. y *Plexaura* spp. En este ambiente se encuentran colonias de coral aisladas de tamaño pequeño de las especies *Siderastrea siderea* y *S. radians*.

Tabla 2. 3. Coordenadas geográficas de banco marino MOX 1.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	496668.09	2284091.84	64	496097.46	2283621.28	127	496165.67	2283862.45
2	496429.94	2283884.63	65	496095.87	2283623.58	128	496188.82	2283901.51
3	496412.42	2283862.54	66	496094.28	2283625.87	129	496223.62	2283957.06
4	496396.54	2283838.74	67	496090.40	2283631.16	130	496223.62	2283962.78
5	496381.81	2283829.67	68	496088.99	2283632.93	131	496235.66	2283980.60
6	496361.40	2283812.67	69	496082.73	2283647.23	132	496240.43	2283974.25
7	496347.80	2283801.33	70	496079.57	2283655.13	133	496243.60	2283966.85
8	496333.06	2283784.33	71	496079.56	2283655.17	134	496253.65	2283962.61
9	496320.59	2283758.25	72	496075.85	2283658.87	135	496264.77	2283964.20
10	496316.41	2283753.56	73	496072.68	2283662.57	136	496273.76	2283963.67
11	496176.65	2283577.85	74	496071.58	2283667.02	137	496286.99	2283960.50
12	496081.34	2283442.26	75	496070.03	2283674.74	138	496295.99	2283959.97
13	495936.03	2283237.10	76	496065.27	2283679.51	139	496306.04	2283962.61
14	495848.59	2283300.18	77	496059.45	2283684.27	140	496318.21	2283961.55
15	495884.57	2283352.90	78	496057.33	2283688.50	141	496321.92	2283959.44
16	495884.94	2283399.34	79	496055.22	2283700.67	142	496325.62	2283954.15
17	495886.39	2283434.41	80	496056.28	2283707.55	143	496332.50	2283955.73
18	495891.51	2283496.80	81	496062.10	2283717.61	144	496335.51	2283959.27
19	495893.68	2283504.53	82	496065.44	2283730.45	145	496344.67	2283967.11
20	495888.11	2283512.58	83	496066.19	2283733.31	146	496353.67	2283978.75
21	495883.16	2283516.91	84	496125.15	2283774.82	147	496388.22	2283998.88
22	495881.30	2283523.71	85	496148.46	2283743.92	148	496410.18	2284011.67
23	495878.93	2283532.41	86	496179.22	2283730.39	149	496425.10	2283996.74
24	495897.34	2283547.95	87	496202.17	2283749.11	150	496443.10	2283979.81
25	495897.59	2283548.16	88	496206.77	2283752.86	151	496447.33	2283979.28
26	495898.12	2283545.10	89	496221.02	2283756.76	152	496460.56	2283979.81
27	495900.62	2283542.48	90	496230.78	2283761.45	153	496468.50	2283985.63
28	495910.44	2283542.48	91	496248.34	2283776.28	154	496475.38	2283995.16
29	495916.57	2283543.55	92	496262.20	2283776.08	155	496478.55	2284002.04
30	495919.79	2283544.62	93	496269.03	2283778.23	156	496481.73	2284008.91

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
31	495922.88	2283546.64	94	496273.32	2283786.03	157	496481.73	2284019.32
32	495932.40	2283547.12	95	496281.91	2283799.30	158	496481.73	2284021.61
33	495936.33	2283547.83	96	496289.32	2283813.35	159	496481.73	2284030.08
34	495939.78	2283549.50	97	496304.93	2283824.28	160	496481.73	2284036.43
35	495945.74	2283552.83	98	496313.52	2283833.65	161	496481.73	2284042.78
36	495949.19	2283553.67	99	496316.64	2283837.06	162	496479.08	2284052.84
37	495953.12	2283556.64	100	496325.23	2283853.94	163	496474.64	2284057.86
38	495957.28	2283569.74	101	496325.62	2283862.92	164	496470.61	2284062.89
39	495990.66	2283559.12	102	496319.77	2283865.65	165	496465.85	2284070.30
40	496002.32	2283547.01	103	496311.96	2283865.65	166	496464.26	2284075.06
41	496004.42	2283544.83	104	496305.32	2283862.53	167	496464.26	2284080.88
42	496010.77	2283545.89	105	496294.79	2283861.36	168	496461.65	2284090.81
43	496015.53	2283555.42	106	496286.98	2283857.07	169	496458.44	2284099.14
44	496042.42	2283571.54	107	496283.27	2283855.03	170	496454.21	2284102.84
45	496045.95	2283570.13	108	496277.14	2283851.13	171	496448.92	2284104.96
46	496049.48	2283568.72	109	496268.64	2283848.09	172	496447.86	2284111.84
47	496054.77	2283567.31	110	496266.30	2283844.97	173	496449.45	2284118.72
48	496072.41	2283566.96	111	496265.81	2283839.19	174	496453.15	2284125.60
49	496078.41	2283564.49	112	496257.32	2283839.89	175	496462.68	2284137.24
50	496082.29	2283563.78	113	496250.47	2283844.97	176	496472.20	2284143.59
51	496083.70	2283564.49	114	496237.80	2283844.97	177	496479.61	2284147.82
52	496087.93	2283563.78	115	496232.34	2283842.63	178	496481.20	2284153.11
53	496091.46	2283563.78	116	496227.27	2283843.02	179	496491.78	2284158.93
54	496094.28	2283565.55	117	496223.75	2283849.65	180	496500.78	2284158.93
55	496097.46	2283568.02	118	496211.66	2283850.82	181	496508.18	2284158.93
56	496099.22	2283572.25	119	496205.02	2283853.16	182	496515.59	2284159.99
57	496103.81	2283578.95	120	496202.68	2283852.77	183	496530.37	2284162.99
58	496104.51	2283585.30	121	496197.22	2283852.77	184	496540.29	2284163.65
59	496104.51	2283590.06	122	496190.19	2283851.21	185	496556.17	2284161.64
60	496104.51	2283594.83	123	496187.46	2283855.12	186	496604.51	2284130.13
61	496103.45	2283605.76	124	496184.73	2283859.80	187	496668.09	2284091.84
62	496098.87	2283617.58	125	496180.04	2283861.36			
63	496098.87	2283617.58	126	496175.75	2283860.19			

Figura 2. 5. Ubicación del banco marino MOX 1 en los tipos de ambientes marinos.



3) Relleno de playa: Esta actividad se llevará a cabo en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y marina frente al hotel Secrets Moxche, en una superficie de 12,051.01 m², sus coordenadas geográficas se presentan en la Tabla 2. 4. De acuerdo a la caracterización ambiental el relleno de playa se realizará en una superficie de 5,407 m² del ambiente marino Arenal somero, 3657.14 del ambiente marino Laja con algas y 807.27 m² del ambiente marino Laja rugosa con algas (Figura 2. 6)

El Arenal somero presentó un sustrato de arena fina, con muy poca presencia de vegetación marina, y la biota béntica conspicua es prácticamente inexistente. Algunos ejemplares (dispersos y aislados) de la especie *Plexaurella nutans* (coral blando) fueron registrados.

El ambiente de Laja con algas presenta alta sedimentación y una dominancia del alga roja *Acanthophora spicifera*, con menor presencia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como *Udotea fibrosa* y *Penicillus dumetosus*. El sitio tiene una alta presencia de gorgonáceos de la especie *Pterogorgia anceps*, que es característico de sitios con alta sedimentación.

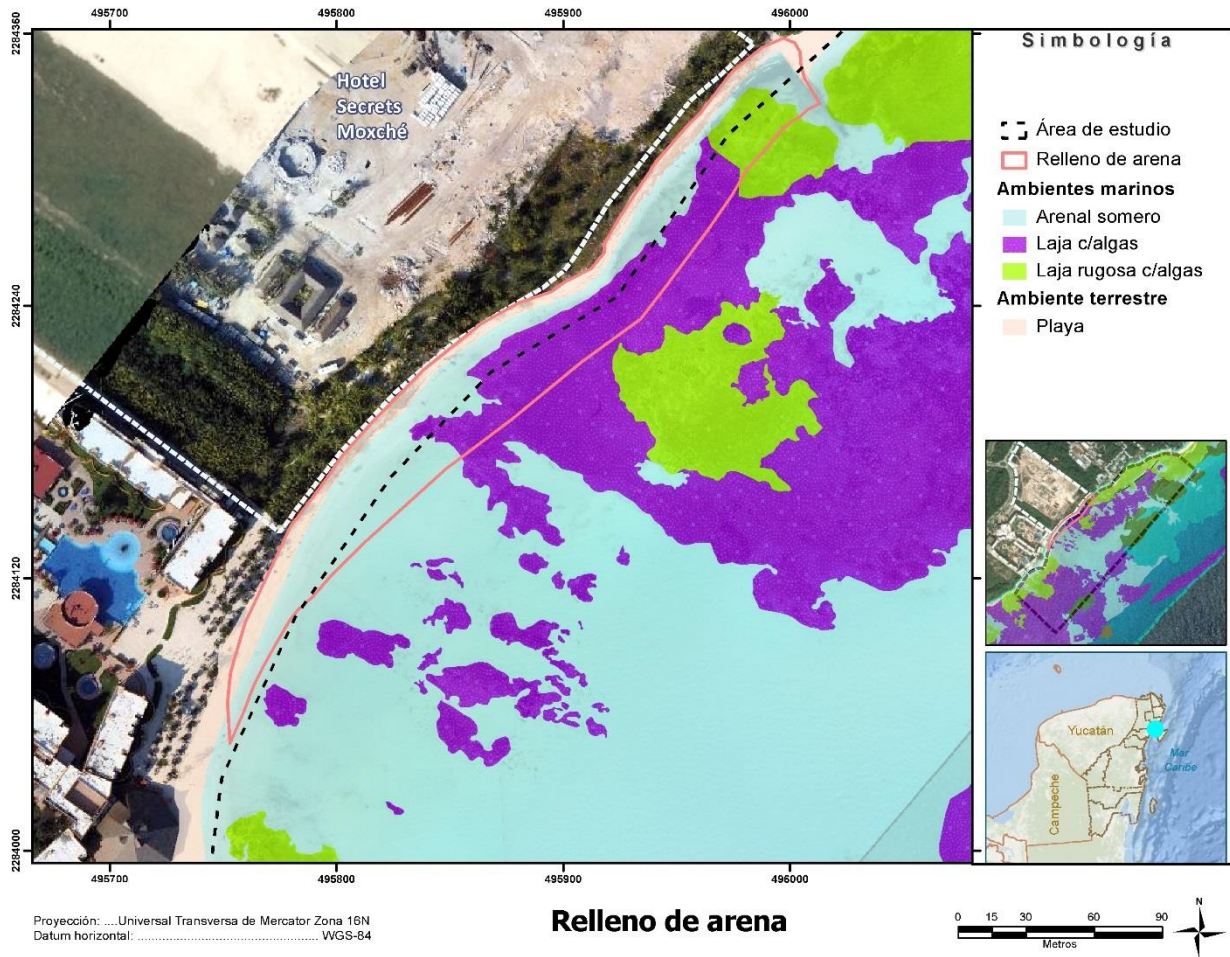
El ambiente de Laja rugosa con algas se caracteriza por presentar un sustrato de laja con textura rugosa, la cual está cubierta de algas de diversos tipos, principalmente el alga coralina roja incrustante *Hydrolithon boerguessenii*, que principalmente le da un aspecto duro y rugoso al sustrato, y varias especies de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como son las de los géneros *Halimeda* spp., y *Penicillus* spp. En este ambiente se encuentra una gran cantidad de biota asociada, principalmente erizos de la especie *Equinometra lucunter* y *Diadema antillarum*, y varias colonias de corales de tamaño pequeño de varias especies del género *Porites* spp. y de la especie *Pseudodiploria clivosa*; así como gorgonáceos en forma de abanico de la especie *Gorgonia flabellum* y varios peces de distintas especies.

El área restante (2,179.31 m²) corresponde a superficie terrestre. Posterior al trabajo de relleno de playa en esta área se llevará a cabo una forestación con vegetación dunar e instalación de captadores pasivos de arena.

Tabla 2. 4. Coordenadas geográficas del relleno de playa.

ID	X	Y	ID	X	Y
1	496001.9414	2284356.0039	29	495758.6786	2284060.7223
2	496004.3556	2284351.9014	30	495752.8316	2284047.3643
3	496004.4763	2284347.4370	31	495751.7216	2284064.9530
4	496006.1662	2284340.5594	32	495752.5037	2284073.6390
5	496008.5803	2284336.6983	33	495753.2164	2284078.7032
6	496012.9257	2284329.2173	34	495754.4215	2284083.2665
7	496007.8560	2284326.6835	35	495755.8119	2284087.6529
8	496004.3446	2284323.4938	36	495759.4711	2284100.5159
9	496000.1273	2284320.8593	37	495769.7014	2284121.8486
10	495996.7008	2284318.2248	38	495779.5010	2284142.9191
11	495992.6592	2284313.3949	39	495792.3385	2284159.6688
12	495988.6177	2284308.5651	40	495802.2183	2284173.7881
13	495980.3589	2284299.5200	41	495814.7944	2284188.0247
14	495974.4150	2284288.9302	42	495838.3818	2284211.9615
15	495963.5922	2284273.3803	43	495880.3618	2284241.4365
16	495944.9837	2284248.4952	44	495894.4633	2284246.1889
17	495933.9770	2284234.3812	45	495912.3227	2284256.5076
18	495907.6585	2284215.1839	46	495918.0112	2284263.5191
19	495877.4450	2284190.3942	47	495917.9991	2284267.5341
20	495847.8791	2284168.0354	48	495924.1440	2284278.1276
21	495813.1562	2284136.7101	49	495940.5448	2284303.1901
22	495798.0617	2284121.9415	50	495954.9307	2284319.9081
23	495789.0261	2284111.6708	51	495960.1304	2284324.7589
24	495782.7366	2284106.0928	52	495974.1085	2284342.9905
25	495779.1046	2284101.3116	53	495987.6981	2284354.0733
26	495772.3653	2284089.8575	54	495996.9556	2284358.0170
27	495767.7589	2284081.6233	55	496001.9414	2284356.0039
28	495763.1525	2284072.3265			

Figura 2. 6. Relleno de playa en ambientes marinos.



4) Hábitats artificiales: Los hábitats artificiales y vivero serán instalados en la zona marina frente al hotel Secrets Moxche, para ello se ha definido un polígono general de actuación el cual cuenta con una superficie de 23,659.09 m², sin embargo, al interior de este polígono se considera una superficie máxima de aprovechamiento de 7,000 m² (29%). La ubicación geográfica y coordenadas del polígono se presentan en la Tabla 2. 5. En estas estructuras también se contempla el sembrado de corales y la realización de actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche. El proyecto ejecutivo final para estas obras, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas como, el número de estructuras y la ubicación exacta para cada una de ellas, se presentará para validación de la autoridad una vez que se realice la contratación del servicio con la empresa correspondiente.

Tabla 2. 5. Coordenadas geográficas del polígono general para la instalación de hábitats artificiales y vivero.

ID	X	Y	ID	X	Y	ID	X	Y
1	496087.579	2284180.049	53	495831.836	2284085.110	105	496048.664	2284241.095
2	496085.844	2284179.889	54	495832.738	2284088.477	106	496050.664	2284243.951
3	496084.110	2284179.699	55	495834.212	2284091.637	107	496051.726	2284245.335
4	496082.367	2284179.623	56	495836.211	2284094.493	108	496052.904	2284246.621
5	496080.625	2284179.699	57	495837.194	2284095.581	109	496055.370	2284249.086
6	496076.992	2284180.024	58	495841.640	2284100.152	110	496056.656	2284250.265
7	496066.704	2284176.716	59	495844.166	2284102.750	111	496058.040	2284251.327
8	496065.381	2284172.747	60	495851.138	2284109.919	112	496060.896	2284253.327
9	496062.074	2284167.456	61	495851.205	2284109.987	113	496062.227	2284254.174
10	496060.751	2284160.841	62	495858.110	2284117.087	114	496062.367	2284254.264
11	496060.079	2284153.366	63	495865.082	2284124.256	115	496063.915	2284255.070
12	496055.051	2284149.133	64	495872.054	2284131.425	116	496067.075	2284256.543
13	496054.522	2284149.133	65	495878.279	2284137.826	117	496068.687	2284257.211
14	496048.966	2284146.752	66	495878.592	2284138.148	118	496070.350	2284257.735
15	496048.701	2284146.752	67	495879.026	2284138.594	119	496073.718	2284258.638
16	496047.908	2284145.958	68	495880.586	2284140.198	120	496075.422	2284259.016
17	496047.908	2284145.694	69	495885.997	2284145.763	121	496077.152	2284259.243
18	496040.246	2284143.643	70	495887.479	2284147.140	122	496080.625	2284259.547
19	496028.588	2284146.759	71	495890.335	2284149.139	123	496081.025	2284259.565
20	495982.453	2284126.559	72	495893.495	2284150.613	124	496090.224	2284260.466
21	495982.435	2284126.555	73	495894.864	2284150.980	125	496116.013	2284262.993
22	495982.433	2284126.550	74	495896.862	2284151.515	126	496127.471	2284264.115
23	495982.395	2284126.444	75	495900.335	2284151.819	127	496128.113	2284264.287
24	495941.649	2284108.692	76	495910.828	2284161.339	128	496129.816	2284264.665
25	495941.538	2284107.430	77	495937.794	2284185.806	129	496131.546	2284264.892
26	495940.636	2284104.063	78	495938.421	2284186.375	130	496135.019	2284265.196
27	495939.162	2284100.903	79	495939.118	2284187.371	131	496136.762	2284265.272
28	495927.672	2284092.670	80	495941.583	2284189.836	132	496138.505	2284265.196
29	495915.900	2284084.846	81	495944.439	2284191.835	133	496141.978	2284264.892
30	495903.860	2284077.440	82	495947.599	2284193.309	134	496143.708	2284264.665
31	495891.568	2284070.462	83	495951.158	2284194.243	135	496145.411	2284264.287
32	495889.671	2284069.436	84	495980.687	2284198.861	136	496148.779	2284263.385
33	495889.222	2284069.193	85	495990.752	2284200.435	137	496152.798	2284259.253
34	495885.312	2284066.149	86	495995.452	2284201.170	138	496156.320	2284254.690
35	495883.917	2284064.634	87	495999.058	2284201.734	139	496159.299	2284249.755
36	495881.956	2284062.504	88	496009.255	2284203.328	140	496161.695	2284244.513
37	495878.279	2284059.447	89	496043.948	2284208.754	141	496163.479	2284239.032
38	495874.147	2284057.039	90	496043.353	2284210.974	142	496164.626	2284233.383
39	495869.673	2284055.347	91	496042.975	2284212.677	143	496157.226	2284222.760
40	495864.982	2284054.417	92	496042.747	2284214.407	144	496149.262	2284212.552
41	495860.202	2284054.275	93	496042.444	2284217.880	145	496140.759	2284202.790
42	495855.464	2284054.924	94	496042.367	2284219.623	146	496131.740	2284193.501
43	495850.898	2284056.348	95	496042.444	2284221.367	147	496122.233	2284184.713
44	495846.630	2284058.505	96	496042.747	2284224.840	148	496118.232	2284184.386
45	495845.536	2284059.569	97	496042.975	2284226.569	149	496097.660	2284182.703
46	495844.757	2284060.327	98	496043.353	2284228.273	150	496096.048	2284182.035
47	495837.588	2284067.299	99	496044.255	2284231.640	151	496094.384	2284181.511
48	495836.211	2284068.781	100	496044.780	2284233.304	152	496092.691	2284181.096
49	495834.212	2284071.637	101	496045.034	2284233.918	153	496091.005	2284180.653
50	495832.738	2284074.796	102	496045.447	2284234.916	154	496089.313	2284180.231
51	495831.836	2284078.164	103	496046.921	2284238.075	155	496087.579	2284180.049
52	495831.532	2284081.637	104	496047.726	2284239.623			

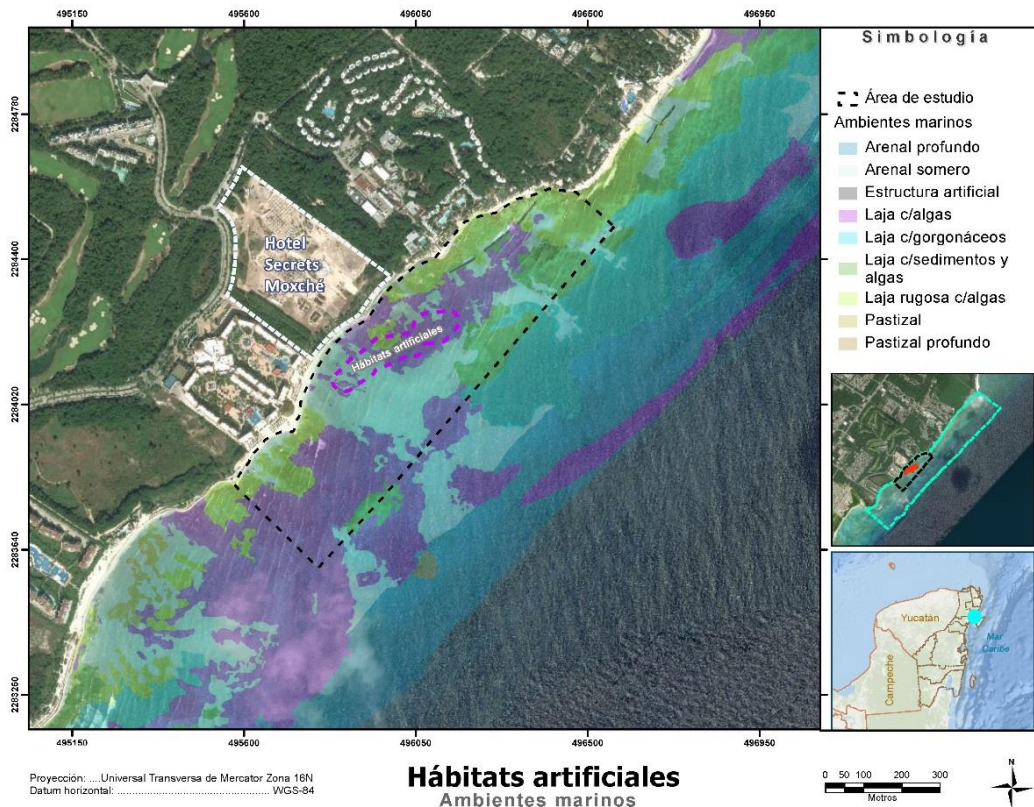
De acuerdo a la caracterización ambiental, la instalación de hábitats artificiales y vivero se realizará en los ambientes marinos de Arenal somero (7,102.92 m²), Laja con algas (14,573.70 m²) y Laja rugosa con algas (1,982.47 m²) (Figura 2. 7).

El Arenal somero se caracteriza por ser un área extensa, con sustrato de arena fina, y muy poca presencia de vegetación marina, y la biota béntica conspicua es prácticamente inexistente, encontrando algunos ejemplares de gorgonáceos de la especie *Plexaurella nutans* dispersos y aislados.

El ambiente de Laja con algas presenta una alta sedimentación y una dominancia del alga roja *Acanthophora spicifera*, con menor presencia de algas verdes calcáreas como *Udotea fibrosa* y *Penicillus dumentosus*. Registra una alta presencia de gorgonáceos de la especie *Pterogorgia anceps*, especie que es característica de sitios con alta sedimentación.

El ambiente de Laja rugosa con algas se caracteriza por presentar un sustrato de laja con textura rugosa, la cual está cubierta de algas de diversos tipos, principalmente el alga coralina roja incrustante *Hydrolithon boerguessenii*, que principalmente le da un aspecto duro y rugoso al sustrato, y varias especies de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como son las de los géneros *Halimeda* spp., y *Penicillus* spp. En este ambiente se encuentra una gran cantidad de biota asociada, principalmente erizos de la especie *Equinometra lucunter* y *Diadema antillarum*, y varias colonias de corales de tamaño pequeño de varias especies del género *Porites* spp. y de la especie *Pseudodiploria clivosa*; así como gorgonáceos en forma de abanico de la especie *Gorgonia flabellum* y varios peces de distintas especies.

Figura 2. 7. Ubicación del polígono general para la instalación de hábitats artificiales y vivero en ambientes marinos.



Fase II

Esta fase se ejecutará siempre y cuando los resultados de al menos un año, que se obtengan del monitoreo de la dinámica costera indiquen que es requerido.

5) Ampliación de la obra de protección costera identificada como rompeolas R1: Esta consistirá en la extensión de 35 m hacia el noreste del rompeolas R1, lo que agregará a la estructura una superficie de ocupación de 735 m² y un volumen de 684.45 m³ (Tabla 2. 6). Los ambientes marinos en los que incidirá la ampliación del rompeolas R1 corresponden con Arenal somero (412 m²) y Laja con sedimentos y algas (322.58 m²) (Figura 2. 8), sus características ya han sido descritas en la Fase I, punto 1) Construcción de obras de protección costera.

Tabla 2. 6. Coordenadas geográficas de la extensión para la obra de protección costera rompeolas R1.

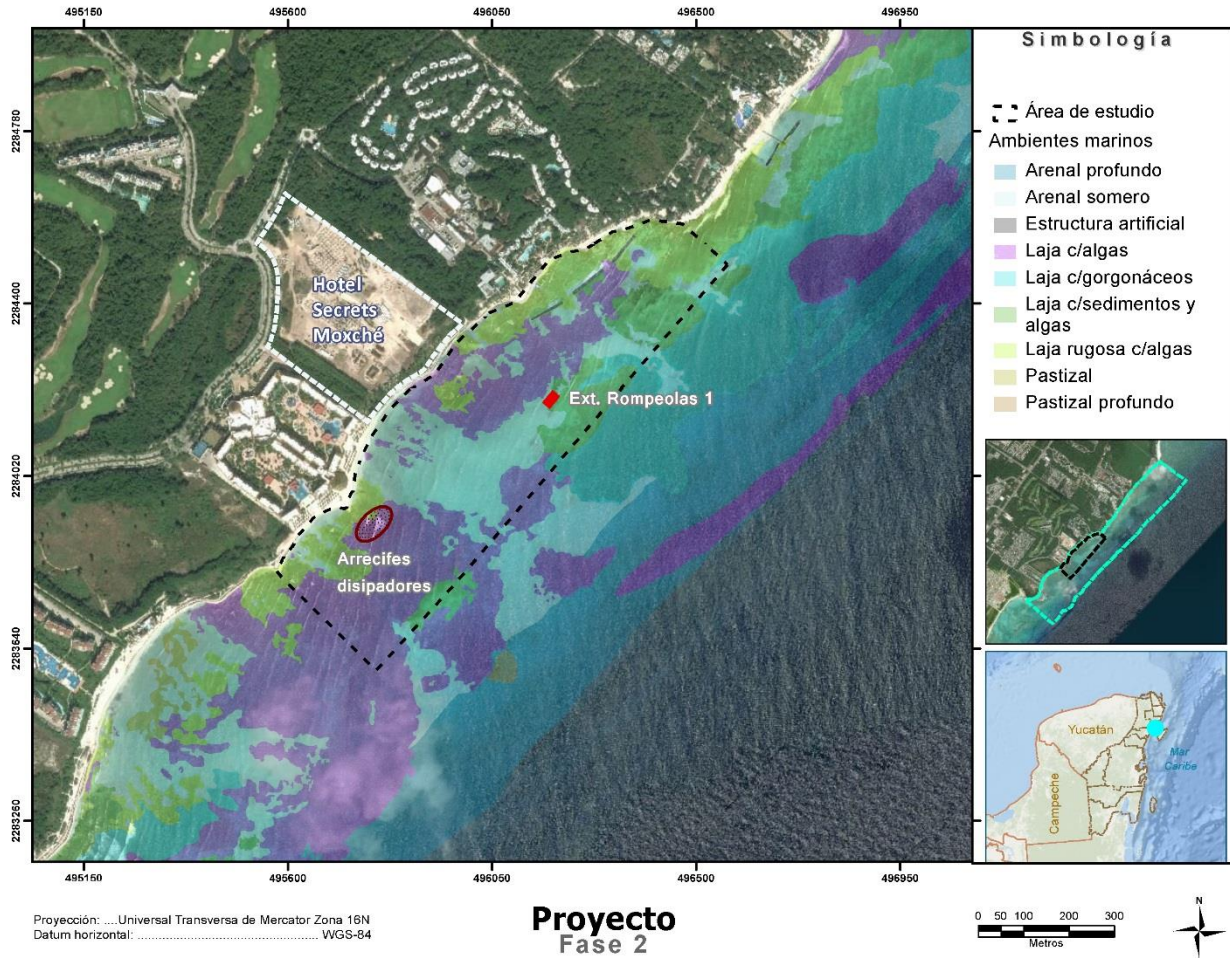
ID	X	Y
1	496199.44	2284195.66
2	496177.02	2284168.78
3	496160.89	2284182.24
4	496183.32	2284209.11
5	496199.44	2284195.66

6) Arrecifes disipadores: Instalación de elementos tipo WAD (*Wave Attenuation Device*) o reef ball o similar, coronados a 0.00 m o nivel medio del mar con una cota mínima, dispuestos estratégicamente en una superficie de 3,978.92 m². El diseño y número exacto de las estructuras se definirá cuando llegue el momento de implementar la Fase II y dependerá de los resultados obtenidos del monitoreo de la dinámica costera. De acuerdo a la caracterización ambiental, estos se ubicarán en los ambientes marinos Laja rugosa con algas (404.08 m²) y Laja con algas (3,570.29 m²), sus características ya han sido descritas en la Fase I, punto 4) Hábitats artificiales. En la Tabla 2. 7 se presentan las coordenadas geográficas de la superficie definida para su instalación y en la Figura 2. 8 se presenta la ubicación de esta superficie en los ambientes marinos.

Tabla 2. 7. Coordenadas geográficas de los arrecifes disipadores.

ID	X	Y
17	495820.0004	2283953.4105
18	495799.2941	2283952.0223
19	495786.8609	2283946.6089
20	495759.9680	2283922.0595
21	495752.3309	2283907.5552
22	495749.7230	2283887.1317
23	495759.9044	2283876.3415
24	495780.0504	2283876.9817
25	495796.8920	2283887.0228
26	495818.8692	2283909.2946
27	495827.4676	2283924.9126
28	495830.1818	2283941.2428
29	495820.0004	2283953.4105

Figura 2. 8. Ubicación de la extensión de la obra de protección costera Rompeolas 1 y los arrecifes disipadores en ambientes marinos.



7) Consolidación y estructuración de duna: Implementación de una duna de arena no estructurada, posiblemente a base de núcleo de roca, recubierta de arena del sitio y reforestada con vegetación endémica. Su dimensión y posición exacta dependerán de los resultados obtenidos de la dinámica costera.

2.2.4. Inversión Requerida

La inversión requerida para el desarrollo del proyecto en la Fase I es de \$339,270,804.47 pesos mexicanos. Para la Fase II se considera una inversión requerida de \$42,084,967.85 pesos mexicanos. El desglose de ambas inversiones se presenta en la Tabla 2. 8 y Tabla 2. 9.

Tabla 2. 8. Inversión requerida para la Fase I del Proyecto¹.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe	
Preliminares					
1	Preparación de lote o sitio de maniobras con capacidad para fabricación y acopio de elementos prefabricados, fácil acceso y cercano al sitio del proyecto.	1	Lote	\$800,000.00	\$800,000.00
2	Seguimiento topográfico. Incluye: trazo de rompeolas, áreas de hábitats, señalizaciones, niveles. Deberá contar con GPS o estación total, herramienta, materiales, personal de apoyo y todo lo necesario para correcto seguimiento.	16	Cuadrilla/ semana	\$22,000.00	\$352,000.00
				Subtotal	\$1,152,000.00
Rompeolas 1 (75 m)					
3	Suministro y colocación de elementos prefabricados de concreto tipo cubo ranurado o tetrápodo o cubo simple de 3,060 kg de acuerdo a especificaciones de proyecto. Incluye fabricación, maniobras de traslado y colocación sobre eje de estructuras según planos, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,189	Pza	\$61,100.00	\$72647,900.00
4	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Suministro.	1,890	m ²	\$168.00	\$317,520.00
5	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: colocación, hidrollenado de tubo lastre maquinaria, equipo, materiales, herramienta, personal y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,890	m ²	\$100.00	\$189,000.00
6	Colchacreto de 10 cm de espesor. Incluye: Suministro, colocación, llenado con Mortero F'c= 100 kg/cm ² , materiales, herramienta, dosificadora y bomba de mortero, personal y todo lo necesario para su correcta ejecución.	1,779.8	m ²	\$1,950.00	\$3,470,610.00
				Subtotal	\$67,948,830.00
Rompeolas 2 (75 m)					
7	Suministro y colocación de elementos prefabricados de concreto tipo cubo ranurado, o tetrápodo o cubo simple de 3,060 Kg de acuerdo a especificaciones de proyecto. Incluye fabricación, maniobras de traslado y colocación sobre eje de estructuras según planos, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,525.0	Pza	\$61,100.00	\$93,177,500.00
8	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: suministro.	1,890	m ²	\$168.00	\$317,520.00
9	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: colocación, hidrollenado de tubo lastre maquinaria, equipo, materiales, herramienta, personal y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,890	m ²	\$100.00	\$189,000.00
10	Colchacreto de 10 cm de espesor. Incluye: Suministro, colocación, llenado con Mortero F'c= 100 kg/cm ² , materiales, herramienta, dosificadora y bomba de mortero, personal y todo lo necesario para su correcta ejecución.	1,779.8	m ²	\$1,950.00	\$3,470,610.00

¹ Tecnoceno. 4 de julio de 2020. Proyecto Ejecutivo de Protección y Restauración Costera frente al Desarrollo Turístico Secrets Moxche.

	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe
				Subtotal	\$97,154,630.00
Rompeolas 3 (75 m)					
11	Suministro y colocación de elementos prefabricados de concreto tipo cubo ranurado, o tetrápodo o cubo simple de 3,060 Kg de acuerdo a especificaciones de proyecto. Incluye fabricación, maniobras de traslado y colocación sobre eje de estructuras según planos, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,253	Pza	\$61,100.00	\$76,558,300.00
12	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: suministro.	1,890	m ²	\$168.00	\$317,520.00
13	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: colocación, hidrollenado de tubo lastre maquinaria, equipo, materiales, herramienta, personal y todo lo necesario para su correcta instalación.	1,890	m ²	\$100.00	\$189,000.00
14	Colchacreto de 10 cm de espesor. Incluye: Suministro, colocación, llenado con Mortero F _c = 100 kg/cm ² , materiales, herramienta, dosificadora y bomba de mortero, personal y todo lo necesario para su correcta ejecución	1,779.8	m ²	\$1,950.00	\$3,470,610.00
				Subtotal	\$80,535,430.00
Relleno de playa (300 m)					
15	Traslado y movilización de draga desde punto de origen hasta el sitio del proyecto. Incluye personal, embarcaciones de apoyo y maquinaria necesaria.	1	Lote	\$19,200,000.00	\$19,200,000.00
16	Traslado y movilización de tubería necesaria para las maniobras de bombeo de arena. Incluye: elementos de la tubería, herramienta, maquinaria de apoyo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	1	Lote	\$200,000.00	\$200,000.00
17	Relleno de arena por medio de draga de tolva autopropulsada	28,660.84	m ³	\$216.00	\$6,190,741.44
18	Renta de Maquinaria pesada para los trabajos de acomodo, distribución y conformación de arena sobre la playa de acuerdo a los perfiles de proyecto. Incluye: combustibles, operador, refacciones, kit anti derrames y todo lo necesario para su efectiva operación	2.00	Semana	\$77,000.00	\$154,000.00
19	Mallas antidispersión colocadas durante el periodo de dragado de arena en el área de succión alrededor del área de anclaje y en la playa. Incluye: flotadores, costuras, colocación y retiro, lastrado y todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	1.00	Lote	\$600,000.00	\$600,000.00
				Subtotal	\$26,344,741.44
Hábitats artificiales					
20	Diseño y fabricación de esculturas o arrecifes fractales o arrecifes de concreto.	20	Pza	\$150,000.00	\$3,000,000.00
21	Colocación en el fondo marino con apoyo de buzos y embarcaciones pequeñas y flotadores.	20	Pza	\$50,000.00	\$1,000,000.00
22	Anclajes para arena o roca, se consideran 3 por pieza a menos que el técnico experto en anclajes desarrolle un anclaje adecuado que garantice que las piezas no se moverán con menos de 3 anclajes.	60	Pza	\$15,000.00	\$900,000.00

Descripción		Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe
				Subtotal	\$4,900,000.00
Señalización					
23	Señalización temporal	1	Lote	\$25,000.00	\$25,000.00
24	Proyecto ejecutivo de señalización para entrega a SEMAR. Incluye planos y descripción, no incluye construcción ni materiales, ni trámite con las dependencias involucradas.	1	Lote	\$20,000.00	\$20,000.00
25	Suministro de elementos para señalización marina con postes de acero galvanizado e iluminación de leds autocontenidos, COSTO APROXIMADO.	1	Lote	\$1,800,000.00	\$1,800,000.00
26	Colocación de postes para luminarias y colocación de luminaria de señalización marina. El precio es aproximado, se considera proyecto con balizas, sin embargo, el proyecto debe ser aprobado por la SEMAR, si el proyecto es diferente se requiere averiguar los precios del nuevo proyecto.	6	Pza	\$8,000.00	\$48,000.00
27	Boyado y rosario perimetral a la zona de hábitats.	1	Lote	\$450,000.00	\$450,000.00
				Subtotal	\$2,343,000.00
Limpeza de áreas de trabajo					
28	Limpeza y retiro de material sobrante en zona de maniobras	1	Lote	\$20,000.00	\$20,000.00
				Subtotal	\$20,000.00
				Total	\$289,074,831.44
				IVA 16%	\$46,251,973.03
				Gran Total	\$335,326,804.47

Tabla 2. 9. Inversión requerida para la Fase II del Proyecto².

Descripción		Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe
Rompeolas 1 ampliación 35 m					
1	Suministro y colocación de elementos prefabricados de concreto tipo cubo ranurado o tetrápodo o cubo simple de 3,060 kg de acuerdo a especificaciones de proyecto. Incluye fabricación, maniobras de traslado y colocación sobre eje de estructuras según planos, herramienta y todo lo necesario para su correcta instalación.	486	Pza	\$61,100.00	\$29,694,600.00
2	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: suministro.	735.2	m ²	\$168.00	\$123,505.20
3	Tapete antisocavación tipo GT500 o similar. Incluye: colocación, hidrollenado de tubo lastre maquinaria, equipo, materiales, herramienta, personal y todo lo necesario para su correcta instalación.	735.2	m ²	\$100.00	\$73,515.00
4	Colchacreto de 10 cm de espesor	689.9	m ²	\$1,950.00	\$1,345,324.50
				Subtotal	\$31,236,944.70
Señalización					
5	Señalización temporal.	1	Lote	\$10,000.00	\$10,000.00
6	Suministro de elementos para señalización marina con postes de acero galvanizado e iluminación de leds autocontenidos, COSTO APROXIMADO.	1	Lote	\$300,000.00	\$300,000.00

2 Tecnoceno. 4 de julio de 2020. Proyecto Ejecutivo de Protección y Restauración Costera frente al Desarrollo Turístico Secrets Moxche.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Pesos	Importe	
7	Colocación de postes para luminarias de señalización marina. El precio es aproximado, se considera proyecto con balizas, sin embargo, el proyecto debe ser aprobado por la SEMAR, si el proyecto es diferente se requiere averiguar los precios del nuevo proyecto.	1	Pza	\$40,000.00	\$40,000.00
			Subtotal:	\$350,000.00	
Construcción de duna artificial no estructurada					
8	Conformación de Duna no estructurada según diseño. Incluye: Maquinaria, herramienta, materiales, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución	1	Lote	\$2,000,000.00	\$2,000,000.00
9	Forestación de duna con plantas nativas. Incluye: plantas, forestación, cuidado los primeros tres meses	1	Lote	\$1,400,000.00	\$1,400,000.00
Arrecifes disipadores					
10	Fabricación, colocación de arrecifes disipadores de concreto, según diseño autorizado. Incluye: Materiales, herramienta, colocación, embarcación, bolsas de flotación, personal.	12	Pza	\$61,100.00	\$733,200.00
11	Anclaje de arrecifes disipadores para fondo rocoso de acero inoxidable; contempla tres anclajes por pieza. Incluye: anclaje, personal, embarcación, equipo y todo lo necesario para su correcta colocación	36	Pzas	\$15,000.00	\$540,000.00
			Subtotal:	\$1,273,200.00	
Limpieza de áreas de trabajo					
12	Limpieza y retiro de material sobrante en zona de maniobras	1	Lote	\$20,000.00	\$20,000.00
			Subtotal	\$20,000.00	
			Subtotal	\$36,280,144.70	
			Total	\$36,280,144.70	
			IVA 16%	\$5,804,823.15	
			Gran Total	\$42,084,967.85	

2.3. Descripción General del Proyecto

Las obras y actividades consideradas en el Proyecto se realizarán en dos fases, la primera fase integra la restauración aproximada de 300 m de franja costero marina frente al hotel Secrets Moxche, el volumen de arena requerido para la restauración se calcula en 28,660.84 m³, que representa el 40% del volumen estimado en el banco marino MOX 1 (71,250 m³). Posterior al relleno de playa en esta área se llevará a cabo una forestación con vegetación dunar e instalación de captadores pasivos de arena. La superficie requerida para la construcción de las obras de protección costera (rompeolas) es de 5,670 m², el volumen que ocupará será de 5,596.50 m³.

La instalación de los hábitats artificiales y vivero de coral se llevará a cabo en un área de 7,000 m² (29%) del polígono general de actuación que registra una superficie de 23,659.09 m². En los hábitats artificiales se realizará el sembrado de corales y actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche.

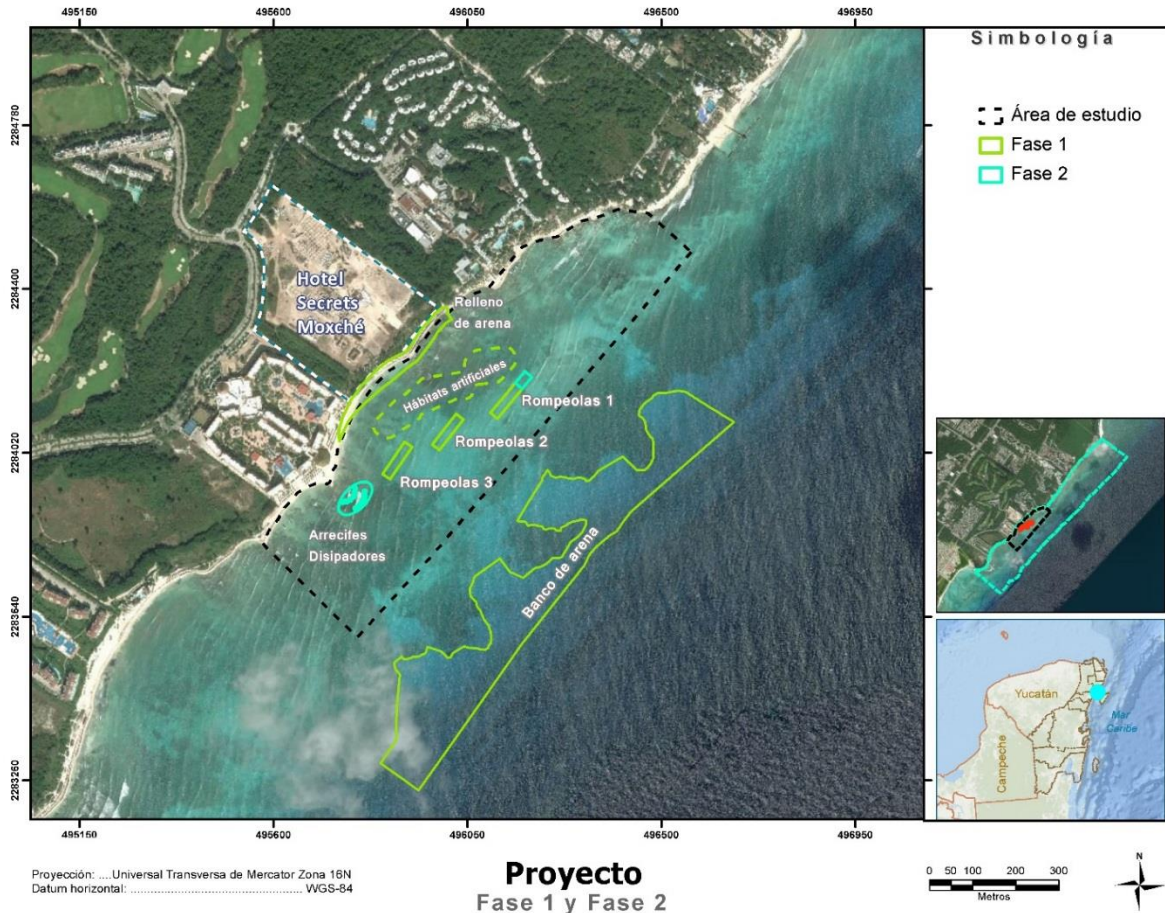
La superficie total a utilizar para la implementación de la Fase I del Proyecto corresponde a 190,418.13 m². Cabe señalar que el 78.27% son obras y actividades clasificadas como de tipo permanente (recuperación de playa, construcción de los rompeolas, instalación de hábitats artificiales, sembrado de corales y actividades recreativas), mientras que el 21.73% son obras o actividades de tipo temporal (extracción de arena), pues se realizará un aprovechamiento puntual y de corta duración (Tabla 2. 10 y Figura 2. 9).

Tabla 2. 10. Tipo, superficie y ubicación de las obras y actividades consideradas en la Fase I del Proyecto.

Obra o actividad	Superficie (m ²)	%	Ubicación
Obras y actividades permanentes			
Obras de protección costera (rompeolas)	5,670	2.97	Marina
Relleno de playa	12,051	6.33	Franja costero marina
Hábitats artificiales (polígono general de actuación)	23,659.09	12.42	Marina
Sembrado de corales	NA	NA	Marina
Actividades recreativas	NA	NA	Marina
Obras y actividades temporales			
Extracción de arena en banco marino MOX 1	149,038.04	78.26	Marina
Transporte de sedimentos al área de depósito	NA	NA	
Total	190,418.13	100	-----

NA = No aplica

Figura 2. 9. Conjunto de obras y actividades consideradas en la Fase I del Proyecto.

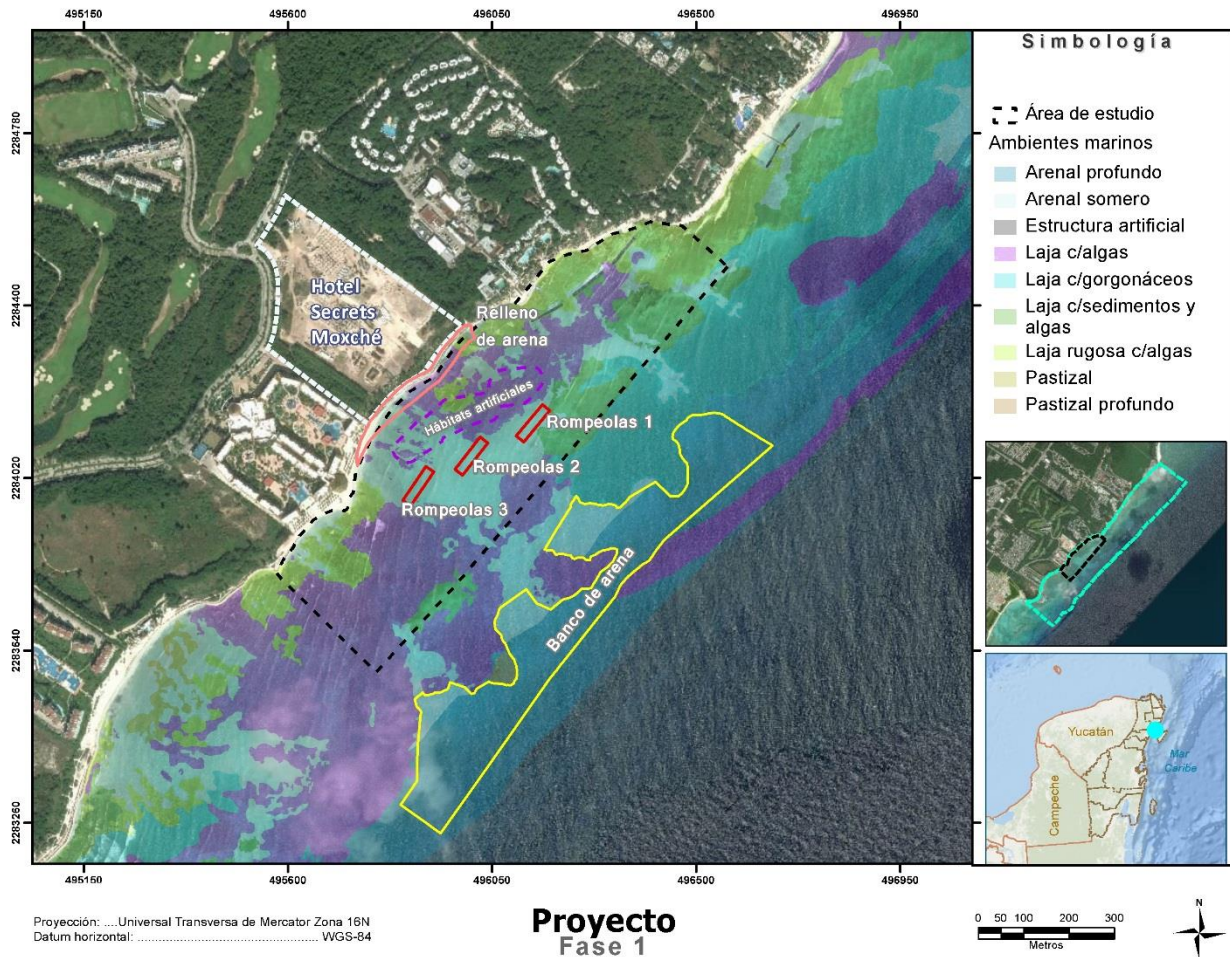


De acuerdo a la caracterización ambiental marina del total de la superficie estimada para las obras y actividades permanentes, el 43.85% (18,144.52 m²) se ubica en Arenal somero, 0.03% (11.95 m²) en Laja con sedimentos y algas, 44.11% (18,254.57 m²) en Laja con algas, 6.74% (2,789 m²) en Laja rugosa con algas y 5.27% (2,179.31 m²) en superficie terrestre (Tabla 2. 11 y Figura 2. 10).

Tabla 2. 11. Superficie de las obras y actividades permanentes de la Fase I, respecto a los ambientes marinos.

Obra o actividad	Arenal profundo	Arenal somero	Laja con sedimentos y algas	Laja con algas	Laja rugosa con algas	Laja con gorgonáceos	Superficie terrestre
Obras y actividades permanentes / m²							
Obras de protección costera (rompeolas)	0	5634.32	11.95	23.73	0	0	0
Relleno de arena	0	5407.28	0	3657.14	807.27	0	2179.31
Hábitats artificiales	0	7102.92	0	14573.70	1982.47	0	0
Total superficie		18144.52	11.95	18254.57	2789.74	0.00	2179.31
% superficie	0.00	43.85	0.03	44.11	6.74	0.00	5.27

Figura 2. 10. Conjunto de obras y actividades consideradas en la Fase I del Proyecto sobre ambientes marinos.



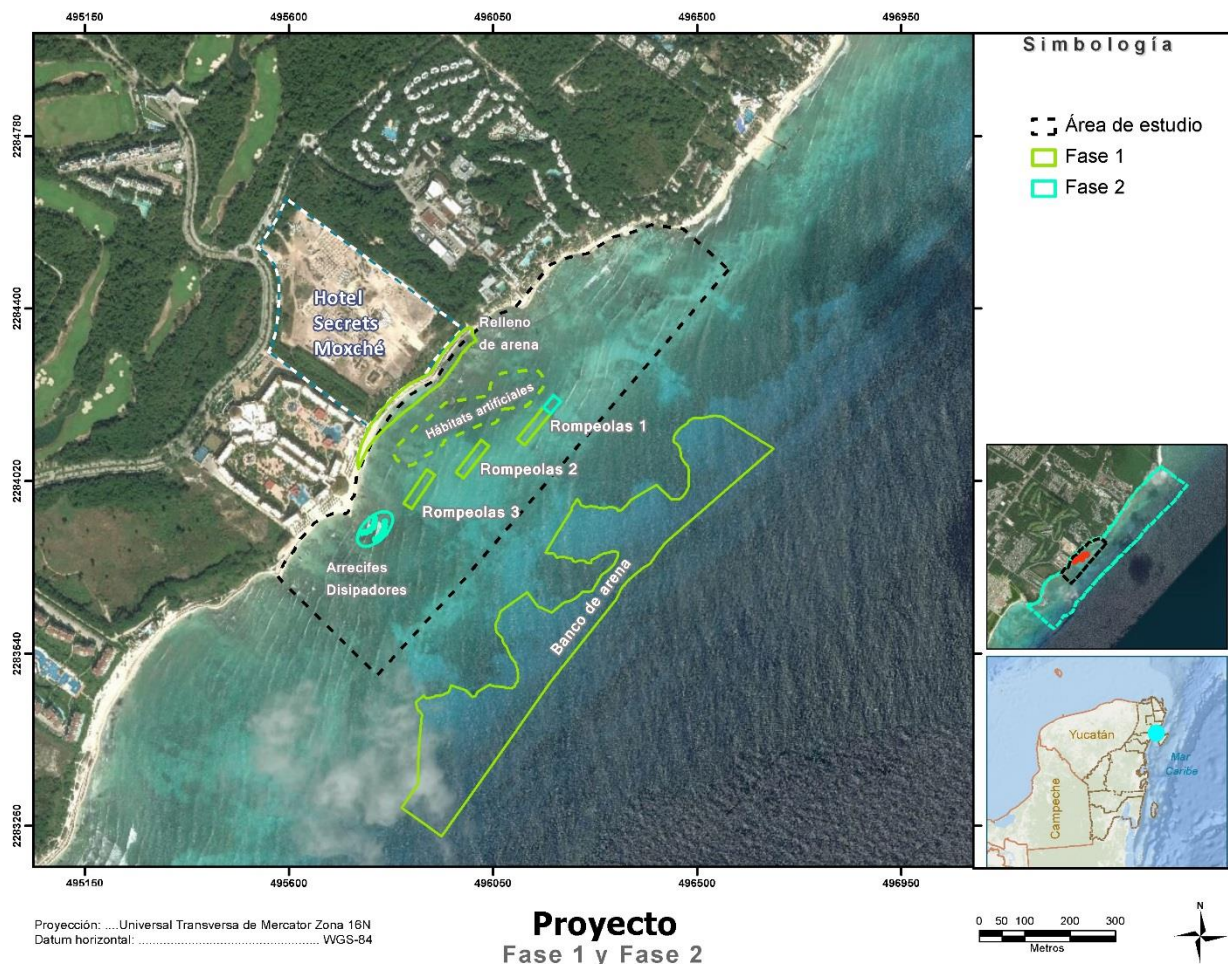
La segunda fase considera la ampliación del rompeolas R1 en una extensión de 35 m hacia el norte, la instalación de arrecifes disipadores en una superficie de 3,978.92 m² y la consolidación y estructuración de una duna artificial, no estructurada.

La superficie total a utilizar para la Fase II del Proyecto corresponde a 4,714.07 m², el 100% de las obras y actividades consideradas en esta fase son de tipo permanente (Tabla 2. 12 y Figura 2. 11). Es importante señalar que la superficie terrestre que ocupará la conformación y estructuración de la duna, será definida conforme a los resultados que se obtengan del monitoreo de la dinámica costera.

Tabla 2. 12. Superficie y ubicación de las obras y actividades consideradas en la Fase II del Proyecto.

Tipo de obra o actividad	Superficie (m ²)	%	Ubicación
Ampliación de rompeolas R1	735.15	15.58	Marina
Arrecifes disipadores	3,978.92	84.35	Marina
Consolidación y estructuración de duna	NA	NA	Terrestre (playa restaurada)
Total	4,714.07	100	-----

Figura 2. 11. Conjunto de obras y actividades consideradas en la Fase II del Proyecto.

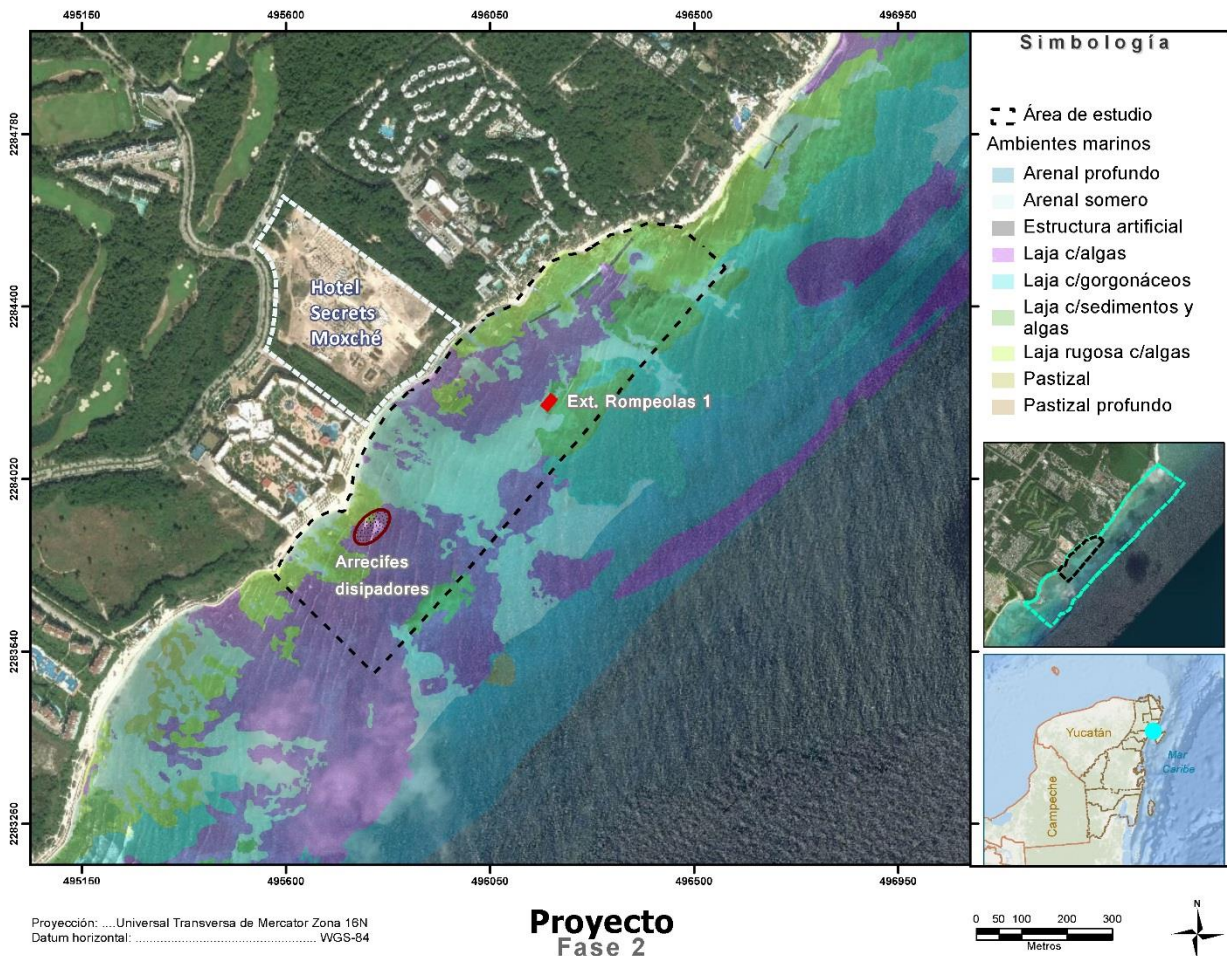


De acuerdo a la caracterización ambiental marina del total de la superficie estimada para las obras y actividades de la Fase II el 8.75% (412.57 m²) se ubica en Arenal somero, 6.66% (322.58 m²) en Laja con sedimentos y algas, 75.74% (3570.29 m²) en Laja con algas, 8.67% (408.64 m²) en Laja rugosa con algas (Tabla 2. 13 y Figura 2. 12). La superficie terrestre que ocupará la conformación y estructuración de la duna, será definida conforme a los resultados que se obtengan del monitoreo de la dinámica costera.

Tabla 2. 13. Superficie de las obras y actividades de la Fase II respecto a los ambientes marinos.

Obra o actividad	Arenal somero	Laja con sedimentos y algas	Laja con algas	Laja rugosa con algas
Ampliación de rompeolas R1	412.57	322.58	0	0
Arrecifes disipadores	0	0	3570.29	408.64
Total superficie (m²)	412.57	322.58	3570.29	408.64
% superficie	8.75	6.84	75.74	8.67

Figura 2. 12. Conjunto de obras y actividades consideradas en la Fase II del Proyecto sobre ambientes marinos.



2.3.1. Representación Gráfica Regional

Como ha sido mencionado en el apartado 2.2.3, el Proyecto se inserta en un Sistema Ambiental Regional que ocupa un área de 304.04 ha y una distancia lineal de 4.5 km de frente de playa.

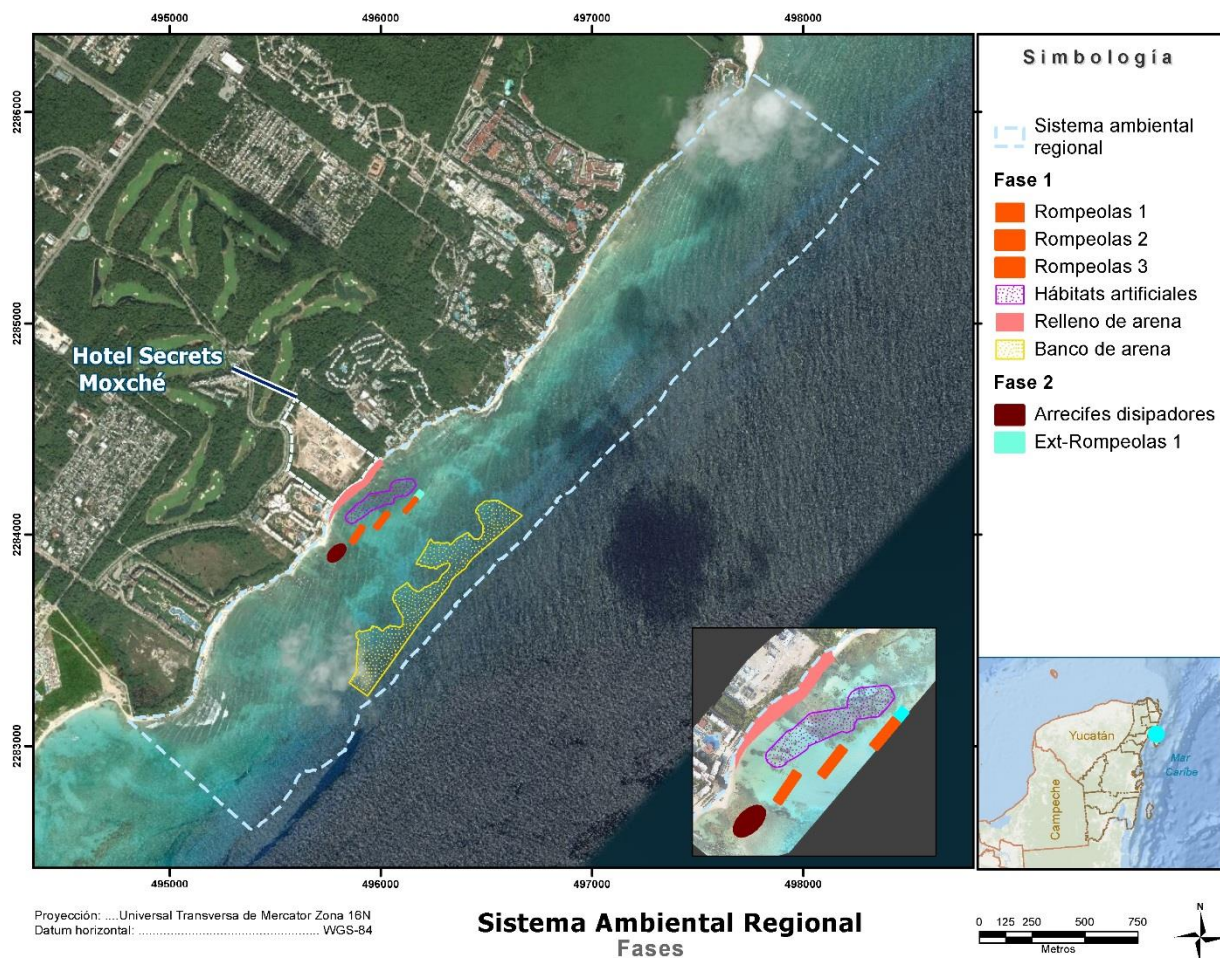
Tal y como se menciona en el Capítulo 4, apartado 4.2.1, para la delimitación del SAR se consideraron en el análisis y evaluación de los siguientes criterios:

- Medio abiótico.
 - Estudio oceanográfico y de dinámica litoral.
 - Estudio hidrográfico.
 - Memoria técnica de modelación numérica.
 - Limitantes físicas ubicadas en el área de estudio y que representen barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio.
- Medio biótico: Estudio de caracterización ambiental del medio marino.
- Marco jurídico.
 - Normativos: Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.
 - Planeación: Programas de Ordenamiento Ecológico y Programas de Desarrollo Urbano.
- Área de influencia: Entendiéndose como el “espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto y que alterará algún elemento ambiental”³.

Con base en lo anterior el SAR se delimitó al norte y sur considerando la celda litoral definida para el Proyecto, comprendida por Punta Bete (al norte) y Punta Esmeralda (al sur). Al noreste, este y sureste, la cota batimétrica de 20 m, los hábitats marinos y cobertura bentónica definidos por la CONABIO (2017), así como la ubicación del banco de arena y la pluma de dispersión que generará la extracción de sedimentos. Al noroeste, oeste y suroeste la franja costera, correspondiente al ambiente de playa y la línea de costa, que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinadas a partir de la fotogrametría tomada para el Proyecto en enero de 2020 (Figura 2.13).

³ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

Figura 2. 13. Representación gráfica del Proyecto en el marco del Sistema Ambiental Regional.

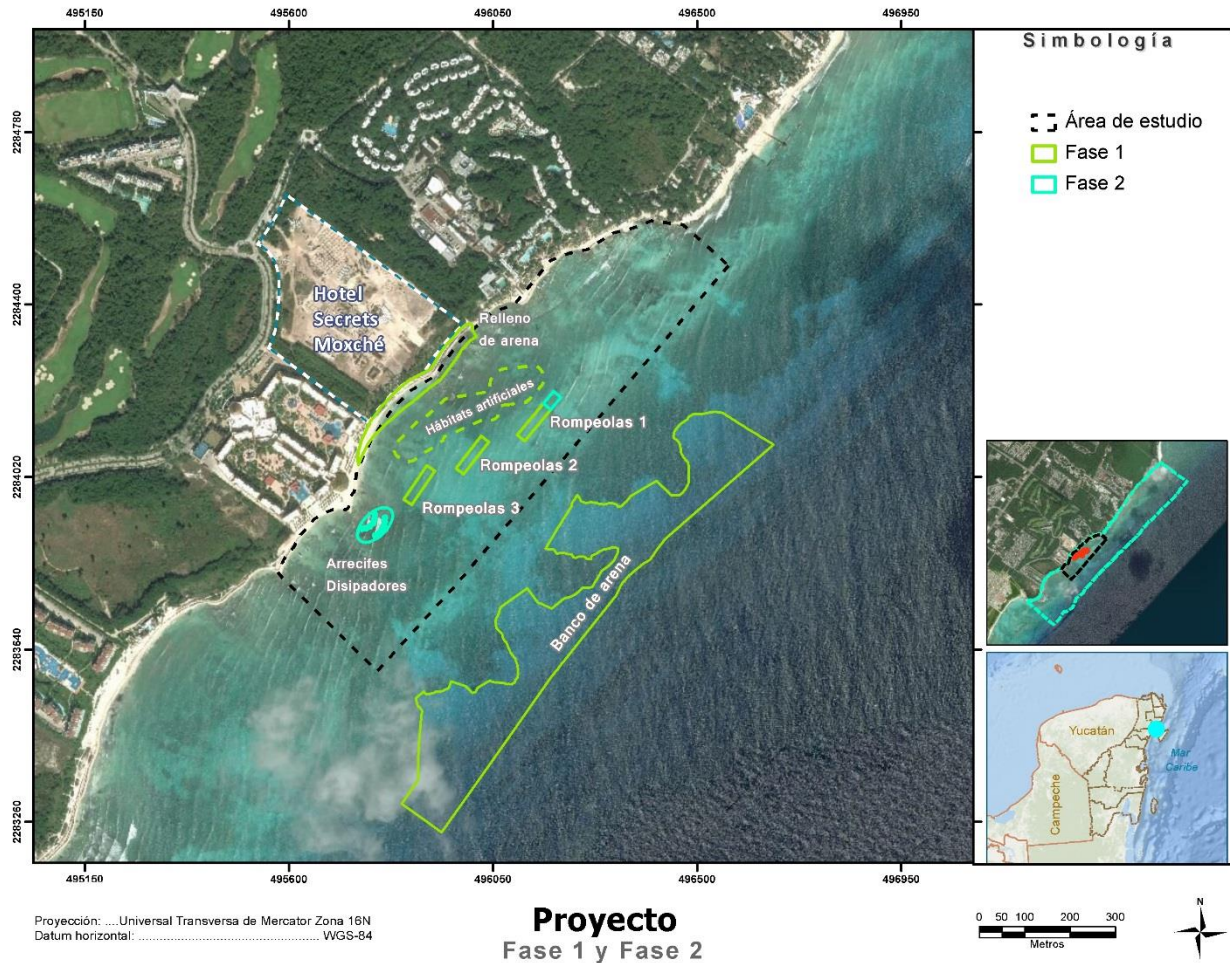


2.3.2. Representación Gráfica Local

El Proyecto se ubica en la Zona Federal Marítimo Terrestre y Marina colindante con el hotel Secrets Moxche, que se localiza en el centro de población de Playa de Carmen, en el municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo.

En el apartado 2.3 y 2.2.3 se ha expuesto de manera amplia los elementos que comprenden el Proyecto. En la Figura 2. 14 se puede observar la ubicación local de cada uno de ellos.

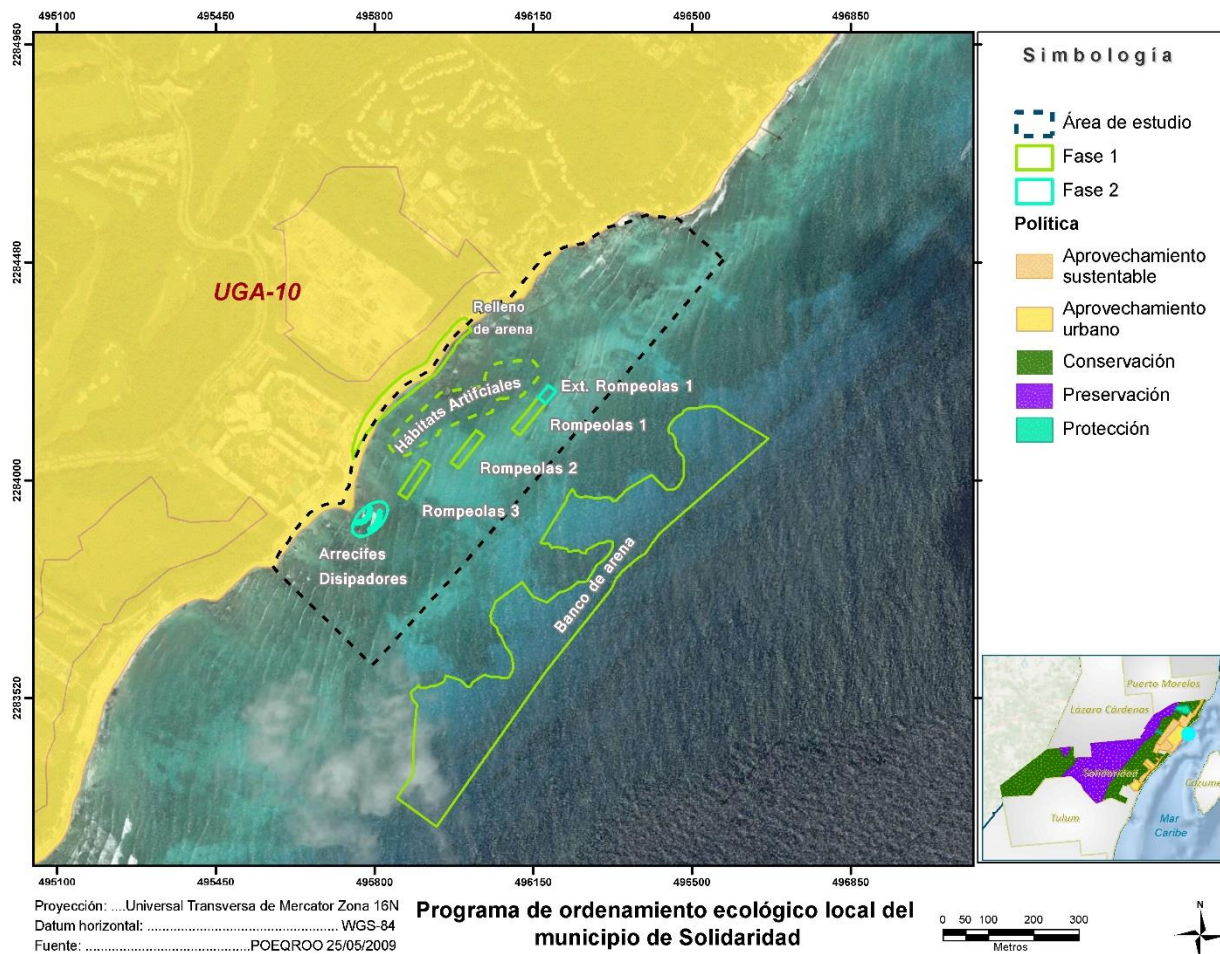
Figura 2. 14. Representación gráfica local del Proyecto.



2.3.3. Uso Actual del Suelo

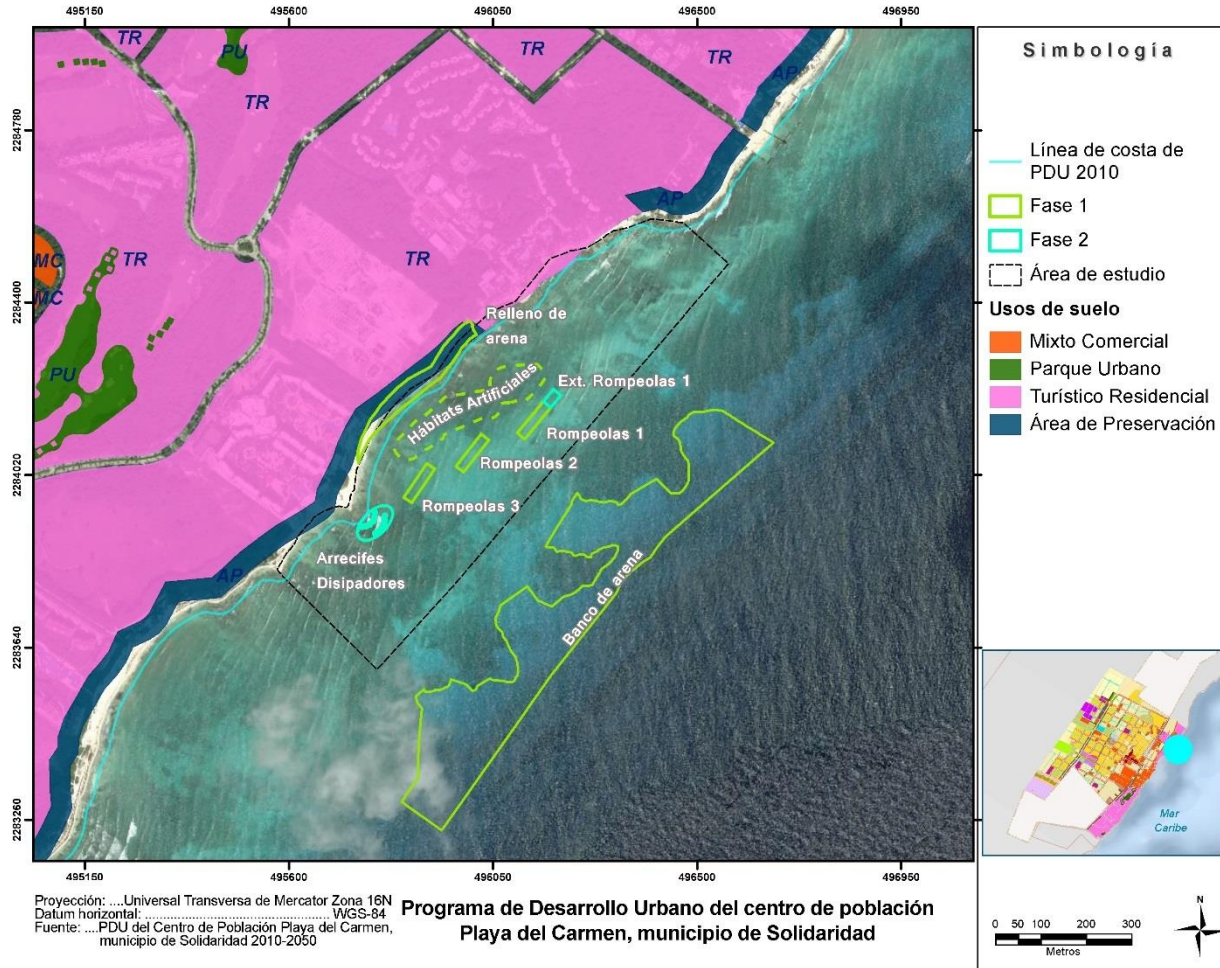
De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL Solidaridad), publicado el 25 de mayo de 2009 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) del hotel Secrets Moxche se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 10 (UGA 10) denominada Zona Urbana de Playa del Carmen (Figura 2. 15).

Figura 2. 15. Ubicación de la Zona Federal Marítimo Terrestre del hotel Secrets Moxche respecto del POEL Solidaridad.



De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad (PDUPC), publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, el uso de suelo en el área terrestre del Proyecto, corresponde con Turístico Residencial y Área de Preservación (Figura 2. 16)

Figura 2. 16. Ubicación de la Zona Federal Marítimo Terrestre del hotel Secrets Moxche respecto del PDUPC.

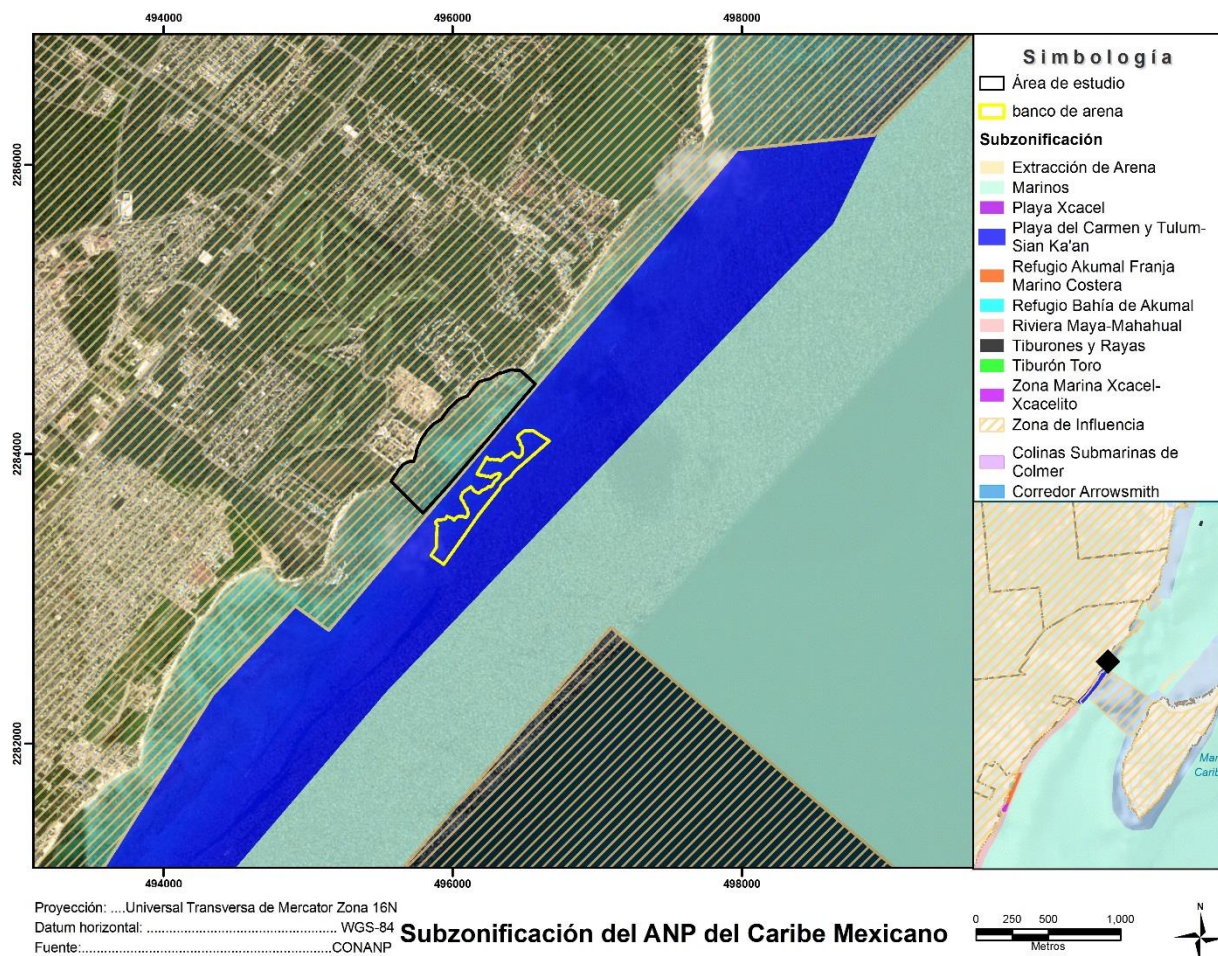


En el Capítulo 3 se observará la vinculación del Proyecto con los instrumentos de ordenamiento previamente mencionados (POEL Solidaridad y PDUPC).

Es preciso señalar que la ZOFEMAT frente al hotel Secrets Moxche se encuentra concesionada por el promovente, mediante los números de concesión DGZF-887/09 (Anexo 3.2).

De acuerdo a la zonificación establecida en el Decreto y programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM), el banco marino para la extracción de sedimentos requeridos para el Proyecto, se sitúa en una subzona de esta área natural protegida, definida como de uso público, denominada Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an (Figura 2. 17). La zona definida para la construcción de los rompeolas se encuentra en el área de influencia de la RBCM.

Figura 2. 17. Ubicación del Proyecto respecto de la subzonificación de la RBCM.



2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos

El hotel Secrets Moxche es un proyecto autorizado en materia de impacto ambiental, actualmente en construcción, que cuenta con los servicios de abastecimiento de agua potable, drenaje, telecomunicaciones, luz y recolección de residuos. El proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche se localiza en el frente de playa de este desarrollo turístico, por lo que hará uso de sus instalaciones y servicios.

Adicionalmente como estrategias de prevención y mitigación de impactos ambientales se implementarán en las áreas de maniobra y almacenaje las siguientes acciones, tal y como se describe en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental.

- Contenedores para residuos sólidos apropiados para cada tipo de residuo con lineamientos claros para su disposición, en diversas áreas del proyecto, cercanas a los frentes de trabajo.
- Colocación de sanitarios portátiles a razón de uno por cada 10 trabajadores.

La llegada a la zona de playa donde se pretende llevar a cabo el Proyecto se realizará a través del acceso al hotel Secrets Moxche, ubicado en la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez (Figura 2. 18).

Figura 2. 18. Acceso desde la carretera al Proyecto donde se llevarán a cabo las obras de relleno de playa.



Las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios para las embarcaciones se realizarán fuera del área del Proyecto en una marina o puerto de resguardo.

2.4. Características Particulares del Proyecto

El Proyecto considera la realización de obras y actividades tanto en la zona costera como en la zona marina, las cuales se tiene contemplado se lleven a cabo en dos fases, para describir de forma clara el Proyecto se le ha dividido en siete componentes seis de obras permanentes y una como obra temporal.

Fase I

Obras y actividades permanentes

- Obras de protección costera (rompeolas).
- Relleno de playa.
- Hábitats artificiales.

Obras y actividades temporales

- Extracción de arena del banco marino MOX 1 y transporte de sedimentos el área de depósito.

Fase II

Obras y actividades permanentes

- Ampliación de obra de protección costera rompeolas R1.
- Arrecifes disipadores.
- Consolidación y estructuración de duna.

En los siguientes apartados se describen a detalle cada uno de los conceptos que conforman las dos fases del Proyecto, cabe destacar que su diseño se fundamenta en estudios hidrográficos, de caracterización ambiental marina, oceanográficos y de dinámica litoral, así como una evaluación de la problemática, para la propuesta final del Proyecto elaborados por un grupo de expertos, información que puede ser consultada en el Capítulo 4 del presente manifiesto, así como sus respectivos anexos.

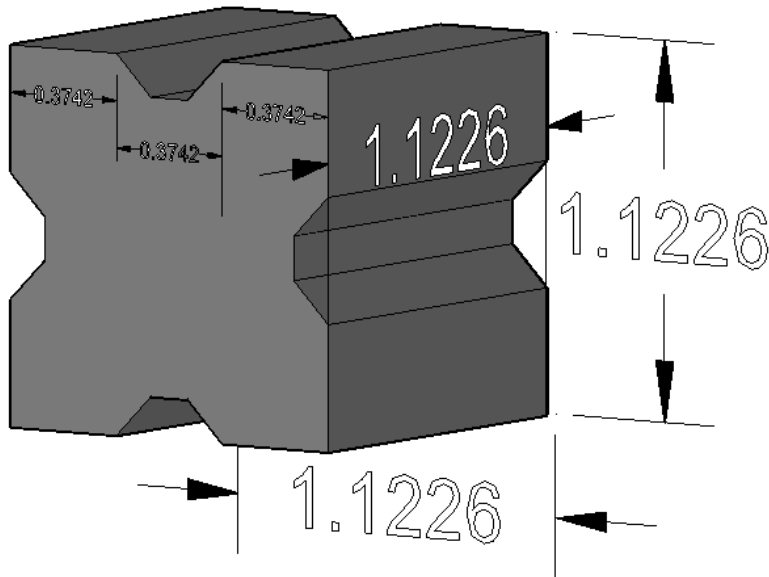
2.4.1. Fase I

2.4.1.1.Obras de Protección Costera (Rompeolas)

Consiste en colocar estructuras masivas 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 regrese al mar con la fuerza de la resaca (entiéndase la corriente que retorna). La propuesta busca reproducir el efecto de las estructuras naturales de protección generando beneficio en todo el frente del hotel Secrets Moxche y cuidando posibles alteraciones en las zonas colindantes.

Para el Proyecto se propone, en la Fase I, la construcción de tres rompeolas, los cuales se colocarán de forma paralela a la línea de costa y no alineados. Estos serán rectos y con una superficie de desplante de tapete antisocavación, seguido de un elemento tipo colchacreto de 0.10 m de espesor, mientras que las estructuras serán a base de elementos de concreto prefabricados tipo cubo ranurado, elementos de patente o similar, por lo que se les llamará simplemente elementos prefabricados, con dimensiones mínimas de 1.2 m por arista y con peso mínimo de 3,065 kg (Figura 2. 19).

Figura 2. 19. Diseño del elemento prefabricado tipo cubo ranurado.



Cada rompeolas (Figura 2. 20) tendrá una longitud de 75 m, con una corona de 4 m de ancho y referido al nivel medio del mar, y con taludes 2(H) a 1(V), para la cara expuesta al oleaje y la cara protegida. Las características particulares de los rompeolas se muestran en la Tabla 2. 14.

Figura 2. 20. Sección transversal tipo de un rompeolas formado con elementos prefabricados. El acomodo de los elementos será aleatorio para disipar la energía del oleaje y aminorar el efecto reflectivo que se obtiene con las estructuras masivas sólidas.

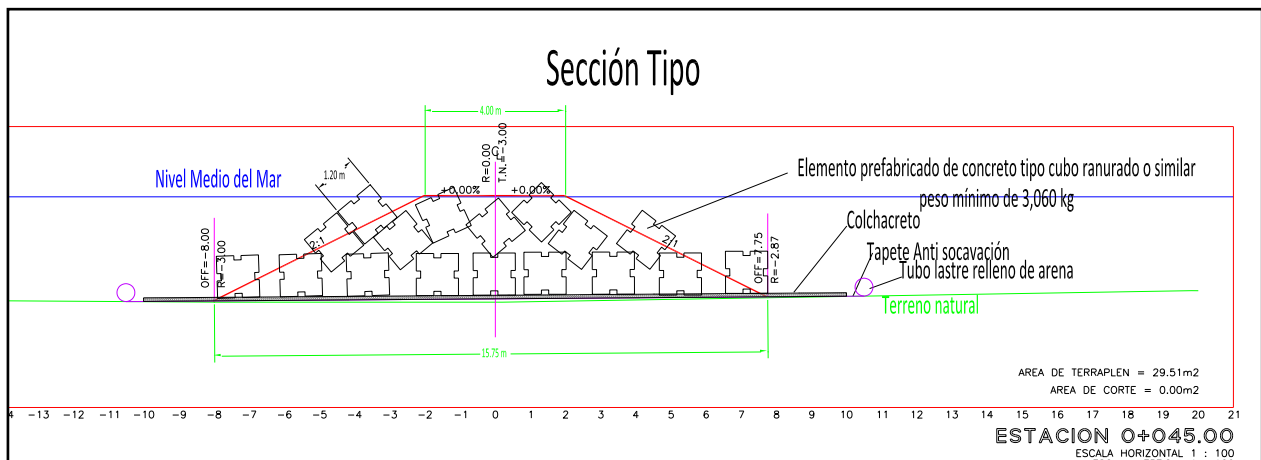


Tabla 2. 14. Características generales de los rompeolas.

Característica	Dimensiones
Profundidad de desplante promedio (m)	-3
Longitud de la corona (m)	75
Ancho de corona (m)	4
Cota de corona (m)	0.00
Dimensiones del elemento tipo cubo ranurado (m)	1.12
Peso del elemento tipo cubo ranurado construido con concreto de 250 kg/cm ² (no armado)	3065
Superficie de desplante (m ²)	1890

Se prevé que el volumen total que ocuparan los tres rompeolas será de 5,596.50 m³ (Tabla 2. 15).

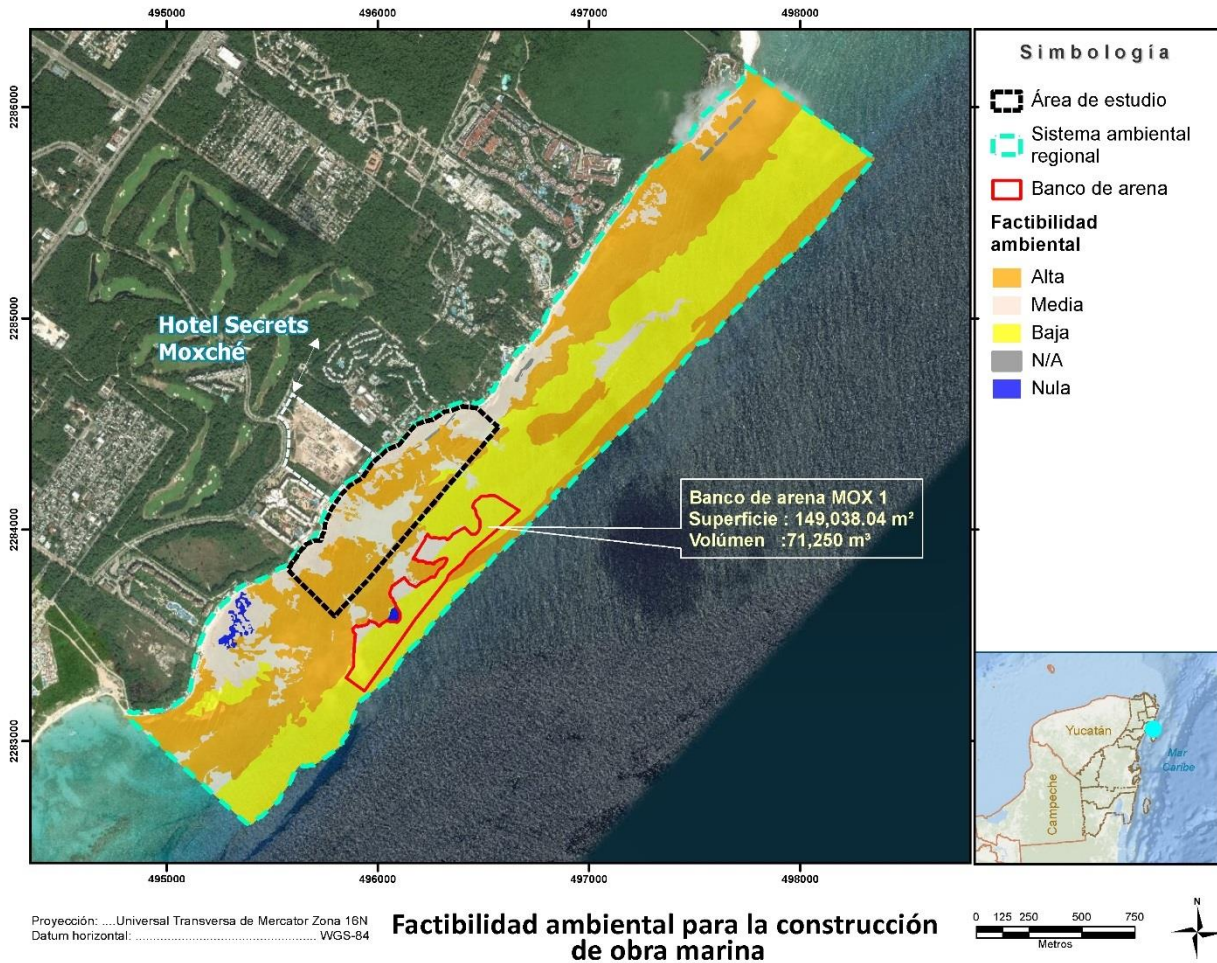
Tabla 2. 15. Volumen de material requerido para la construcción de los rompeolas R1, R2 y R3.

Fase I	Longitud (m)	Volumen por pieza (m ³)	Número de piezas	Volumen total (m ³)
Rompeolas 1 (R1)	75	1.2769	1,189	1,677.45
Rompeolas 2 (R2)	75	1.2769	1,525	2,151.38
Rompeolas 3 (R3)	75	1.2769	1,253	1,767.68
Total			3,967	5,596.50

El diseño de los rompeolas se fundamentó en los criterios básicos del Manual de Ingeniería Costera. El diseño matemático de simulación costera fue obtenido mediante el uso de los modelos WAPO, XBeach, COCO y Delft3D. El proyecto fue revisado en su compatibilidad con los criterios legales locales. El proyecto ejecutivo y sus planos en formato dwg, pueden ser consultados en el anexo documental 4.3 y cartográficos 5A_MOX_Proyecto Fase 1, 7A_MOX_Secciones del proyecto_Fase 1_V8 y 11A-B_MOX_Cuadros de Construcción_Fase 1_V8

Para la ubicación de los rompeolas en el ambiente marino, se definió una zonificación ambiental, mediante un análisis de factibilidad para la construcción, en el que se consideró como elementos principales los resultados de la caracterización ambiental realizada para el SAR, así como el juicio del experto en el tema. En esta zonificación se determinaron cuatro clasificaciones de acuerdo a su factibilidad para la construcción: Alta, media, baja y nula (Figura 2. 21).

Figura 2. 21. Factibilidad ambiental para la construcción de obras en el medio marino.



El análisis de la efectividad del Proyecto, basado en herramientas numéricas, fue satisfactorio ya que los efectos según los resultados del modelo se verán reflejados únicamente sobre el Proyecto, sin generar efectos adversos o negativos para los predios vecinos (Anexo 4.2 y Anexo 4.4). Por tanto, se puede decir que el proyecto funcionará como fue diseñado: para reducir la energía del oleaje, estabilizar los sedimentos, mantener una playa más estable y en caso de tormenta, evitar que los sedimentos escapen hacia aguas profundas siendo contenidos entre la costa y las estructuras de protección

Aunado a lo anterior, el Proyecto trabajará en conjunto con el diseño de protección costera del hotel colindante Sandos Caracol (Anexo 4.4), sumándose a los esfuerzos regionales para combatir el proceso generalizado de erosión que presentan las costas de Quintana Roo, así como la mitigación a los efectos originados por el cambio climático.

2.4.1.2. Extracción de Arena y Transporte de Sedimentos

El banco marino considerado para la extracción de sedimentos es llamado MOX 1, éste se encuentra aproximadamente a 600 m al este y sureste del hotel Secrets Moxche, su superficie ha sido estimada en 149,038.04 m², los grosores de arena en él van de 1.60 m a 0.40 m y se estima que tiene un volumen aproximado de 71,250 m³ y profundidades que van de entre los 7 a 19 m (Tabla 2. 16).

Tabla 2. 16. Características del banco de arena MOX 1.

Nombre	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Profundidad (m)	Volumen a extraer aproximado (m ³)	Distancia aproximada al sitio de depósito de arena (m)
MOX 1	149,038.04	71,250	7 a 19	28,660.84	600

La selección del banco de arena se fundamentó en los resultados de los estudios técnicos realizados (caracterización ambiental marina, hidrográficos, granulometría y sedimentos ver Capítulo 4 y respectivos anexos), considerando los siguientes criterios:

- a) Sustrato propicio, compatible con el sitio a recuperar.
- b) Capacidad del banco para soportar la extracción del volumen de arena requerido.
- c) Encontrarse en un ambiente marino que de acuerdo a la caracterización ambiental cuenta con una comunidad biótica prácticamente nula.
- d) Reducción del efecto acumulativo de impactos por la extracción de arena al considerar el aprovechamiento de un solo banco marino.

La extracción de arena y transporte al sitio de depósito se realizará con una draga de tolva compacta, como la llamada Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*. Para su selección se consideraron aspectos como las condiciones del sitio de extracción de sedimentos y profundidad a la que se encuentra el banco marino, así como el volumen de material a extraer. Las características de esta draga se muestran en la Tabla 2. 17 y Figura 2. 22, siendo posible emplear otra draga con características similares.

Tabla 2. 17. Características de la draga Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*.

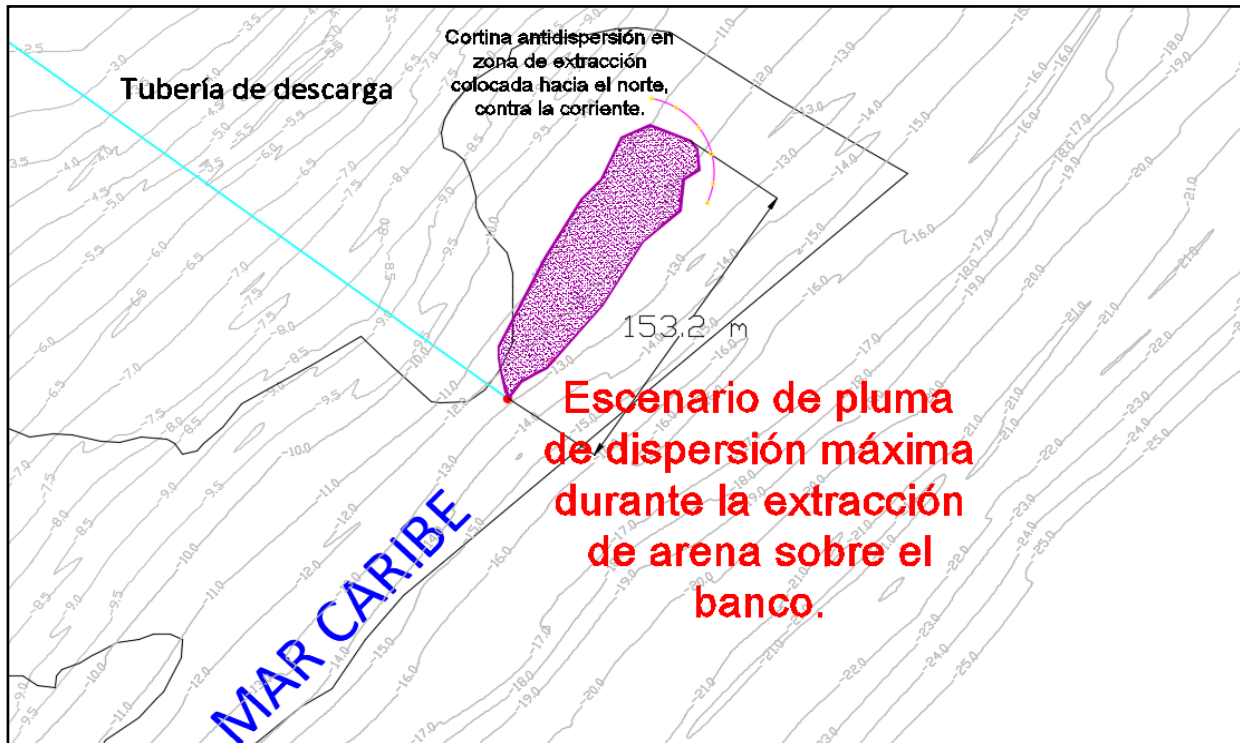
Rubro	Descripción
Capacidad de la tolva	604 m ³
Longitud total	60 m
Manga	8 m
Calado (draga cargada)	2.80 m
Máxima profundidad de dragado	25 m
Diámetro del tubo de succión	500 mm
Potencia de la bomba de succión	315 KW (427.9 CV)
Potencia de propulsión	515 KW (700 CV)
Bowthruster	150 KW
Velocidad	7 Kn (12.90 km/hr)

Figura 2. 22. Imagen de la draga Adelaar de la empresa *Dutch Dredging*.



La pluma de dispersión máxima de sedimentos en la zona de extracción (banco MOX 1) fue estimada en 153.2 m (Figura 2. 23), esto de acuerdo al análisis de velocidades de las corrientes locales y la velocidad de caída de sedimentos, cabe señalar que los cálculos se realizaron con las velocidades de corriente máximas registradas en el cantil correspondientes a la denominada Corriente de Yucatán, esto como posible escenario extremo.

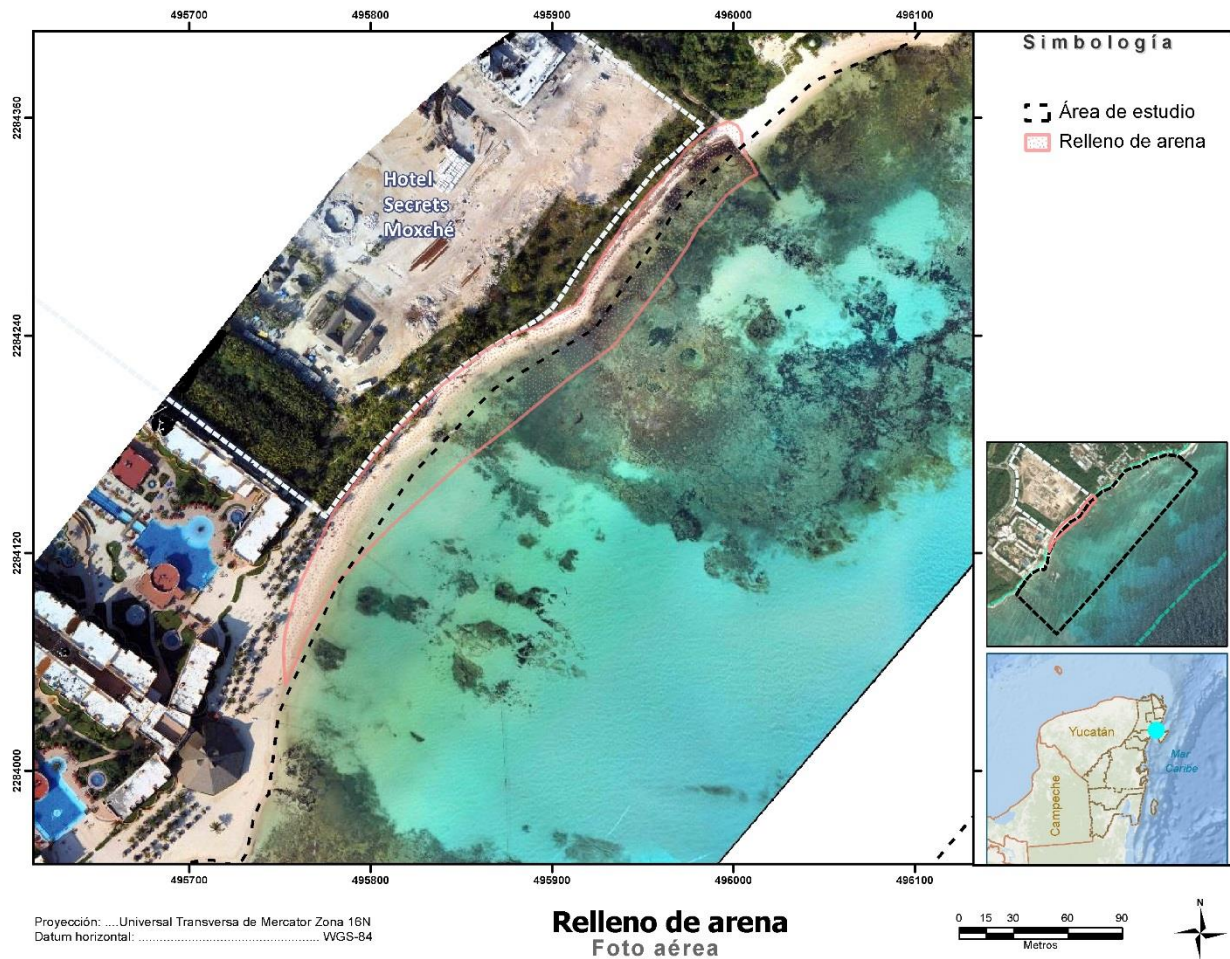
Figura 2. 23. Pluma máxima de dispersión en el punto de conexión entre la draga y la tubería de descarga.



2.4.1.3. Relleno de Playa

Se inyectará arena a la playa para acelerar el proceso de recuperación de la línea de costa frente al hotel Secrets Moxche, en donde se estima el relleno de 12,051.01 m² del ambiente costero-marino, con 300 m de longitud y un ancho de playa de 30 m (Figura 2. 24).

Figura 2. 24. Relleno de playa frente al hotel Secrets Moxche.



El volumen de arena requerido para la recuperación de la playa frente al hotel Secrets Moxche se muestra en la Tabla 2. 18.

Tabla 2. 18. Volumen de arena requerido para la recuperación de la playa frente al hotel Secrets Moxche.

Nombre de la sección	Sección transversal A1 (m ²)	Sección transversal promedio (m ²)	Longitud entre secciones (m)	Volumen de arena (m ³)
0+000	24.70	-----	-----	0.00
0+020	41.50	33.10	20.00	662.00
0+040	61.28	51.39	20.00	1027.80
0+060	77.16	69.22	20.00	1384.40
0+080	84.19	80.68	20.00	1613.50
0+100	85.42	84.81	20.00	1696.10
0+120	92.40	88.91	20.00	1778.20
0+140	100.65	96.53	20.00	1930.50
0+160	90.54	95.60	20.00	1911.90
0+180	65.65	78.10	20.00	1561.90
0+200	42.74	54.20	20.00	1083.90
0+220	32.29	37.52	20.00	750.30
0+240	47.86	40.08	20.00	801.50
0+260	67.67	57.77	20.00	1155.30
0+280	62.70	62.19	20.00	1303.70
0+300	56.04	59.37	20.00	1187.40
0+320	47.01	51.53	20.00	1030.50
0+340	34.89	40.95	20.00	819.00
0+360	0.00	17.45	20.00	348.90
0+380	0.00	0.00	20.00	0.00
0+400	0.00	0.00	20.00	0.00
Subtotal				22,046.80
+30% extra por acomodo y pérdidas				6,614.04
Volumen total de arena requerida				28660.84

Al término de la ejecución de la obra, se estima que la ZOFEMAT frente al hotel Secrets Moxche sea de 5956.65 m². Esta área se puede observar en la Figura 2. 25, el cuadro de construcción de la ZOFEMAT esperada se presentan en la Figura 2. 26.

Figura 2. 25. Área de ZOFEMAT resultante con la implementación del Proyecto.

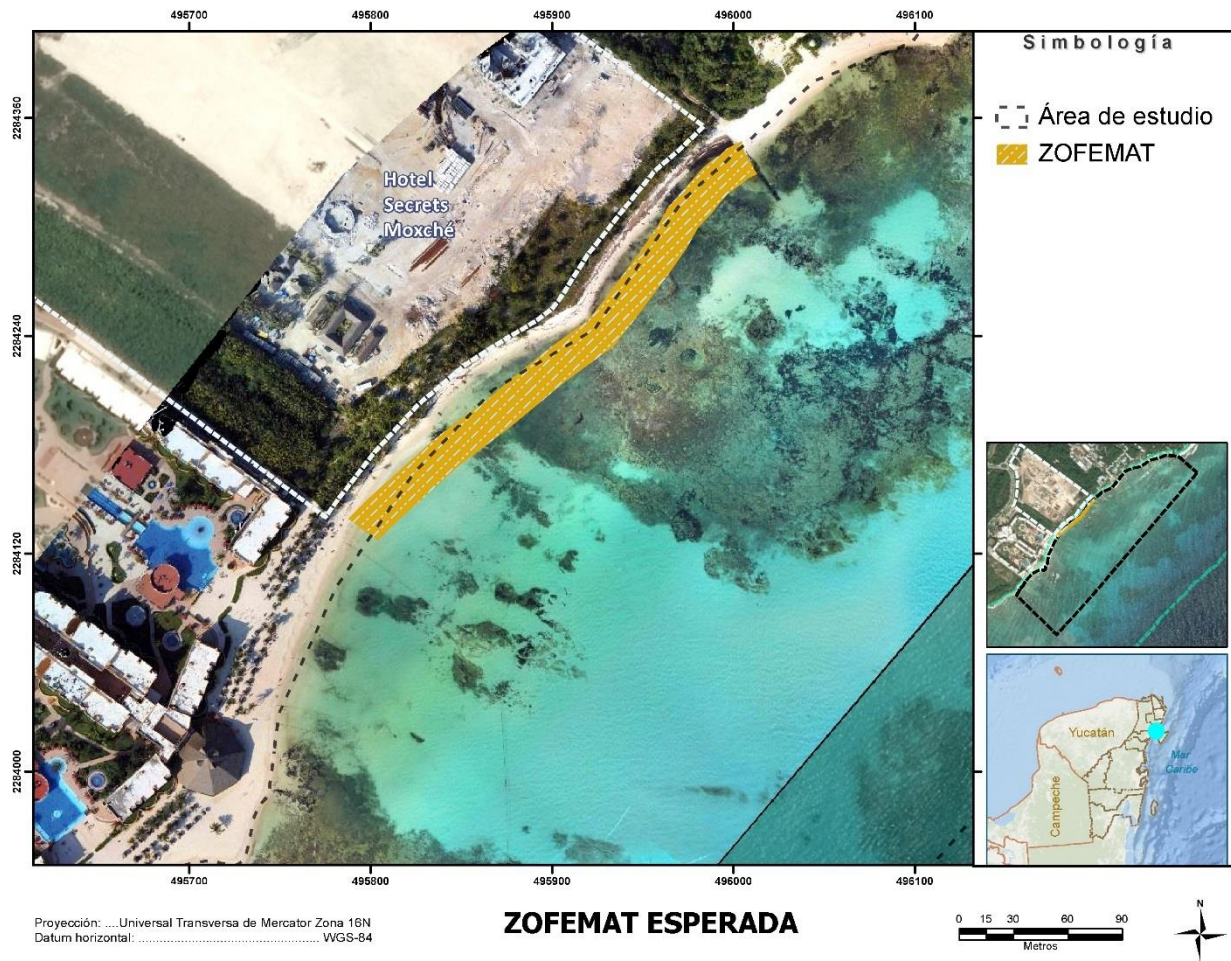


Figura 2. 26. Cuadro de construcción de la Zona Federal Marítimo Terrestre esperada.

CUADRO DE CONSTRUCCION ZOFEMAT ESPERADA						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	2,284,190.3942	495,877.4450
1	2	N 50°37'53.57" E	39.082	2	2,284,215.1839	495,907.6585
2	3	N 53°53'32.23" E	32.576	3	2,284,234.3812	495,933.9770
3	4	N 37°56'54.91" E	17.888	4	2,284,248.4852	495,944.9837
4	5	N 38°47'17.98" E	31.073	5	2,284,273.3803	495,963.5823
5	6	N 34°50'16.27" E	18.946	6	2,284,288.9302	495,974.4150
6	7	N 29°18'18.32" E	12.144	7	2,284,299.5200	495,980.3590
7	8	N 42°23'54.33" E	12.248	8	2,284,308.5651	495,988.6177
8	9	N 38°55'18.95" E	6.298	9	2,284,313.3849	495,982.6583
9	10	N 39°55'18.75" E	6.298	10	2,284,318.2248	495,986.7008
10	11	N 52°26'42.63" E	4.322	11	2,284,320.8593	496,000.1273
11	12	N 58°00'26.81" E	4.872	12	2,284,323.4838	496,004.3446
12	13	N 47°44'57.31" E	4.744	13	2,284,326.6834	496,007.8561
13	14	N 63°28'37.30" E	5.668	14	2,284,329.2173	496,012.9257
14	15	N 30°09'02.96" W	8.651	15	2,284,336.6982	496,006.5803
15	16	N 32°00'54.60" W	4.554	16	2,284,340.5594	496,006.1662
16	17	N 13°48'16.44" W	7.005	17	2,284,347.3624	496,004.4846
17	18	S 63°28'37.30" W	8.995	18	2,284,343.3410	495,996.4489
18	19	S 47°44'57.31" W	5.705	19	2,284,339.5050	495,992.2259
19	20	S 58°00'26.81" W	4.148	20	2,284,337.3089	495,988.7072
20	21	S 52°26'42.63" W	7.488	21	2,284,332.7427	495,982.7707
21	22	S 39°55'18.75" W	8.492	22	2,284,326.2298	495,977.3209
22	23	S 39°55'18.95" W	5.865	23	2,284,321.7315	495,973.5568
23	24	S 42°23'54.33" W	14.111	24	2,284,311.3107	495,964.0419
24	25	S 29°18'18.32" W	13.473	25	2,284,299.5622	495,957.4475
25	26	S 34°50'16.27" W	17.639	26	2,284,285.0849	495,947.3713
26	27	S 38°47'17.98" W	30.530	27	2,284,260.6348	495,929.0879
27	28	S 37°56'54.91" W	14.895	28	2,284,248.8889	495,919.9281
28	29	S 53°53'32.23" W	30.345	29	2,284,231.0067	495,885.4125
29	30	S 50°37'53.57" W	39.255	30	2,284,206.1072	495,865.0653
30	31	S 52°54'07.48" W	37.538	31	2,284,183.4653	495,835.1251
31	32	S 47°56'41.44" W	48.035	32	2,284,151.2899	495,799.4687
32	33	S 45°37'31.12" W	17.068	33	2,284,139.3526	495,787.2590
33	34	S 54°00'26.71" E	20.286	34	2,284,127.4310	495,803.6724
34	35	N 45°37'31.12" E	13.288	35	2,284,136.7101	495,813.1563
35	36	N 47°56'41.44" E	46.785	36	2,284,168.0354	495,847.8792
36	1	N 52°54'07.48" E	37.068	1	2,284,190.3942	495,877.4450
SUPERFICIE = 5,956.656 m²						

Con el paso del tiempo se espera que la playa adopte la forma que se muestra en la Figura 2. 27, en la cual se forman unas salientes ligeras detrás de los rompeolas, cuando se tengan condiciones de oleaje de noreste las salientes se moverán ligeramente hacia el sur (Figura 2. 29), cuando se presenten condiciones de oleaje proveniente del sureste las salientes se cargarán un poco al norte (Figura 2. 27) y cuando el oleaje se presente del este cada saliente se alinearán con el centro de cada rompeolas (Figura 2. 28).

Figura 2. 27. Comportamiento aproximado esperado en escenario de sur-sureste.

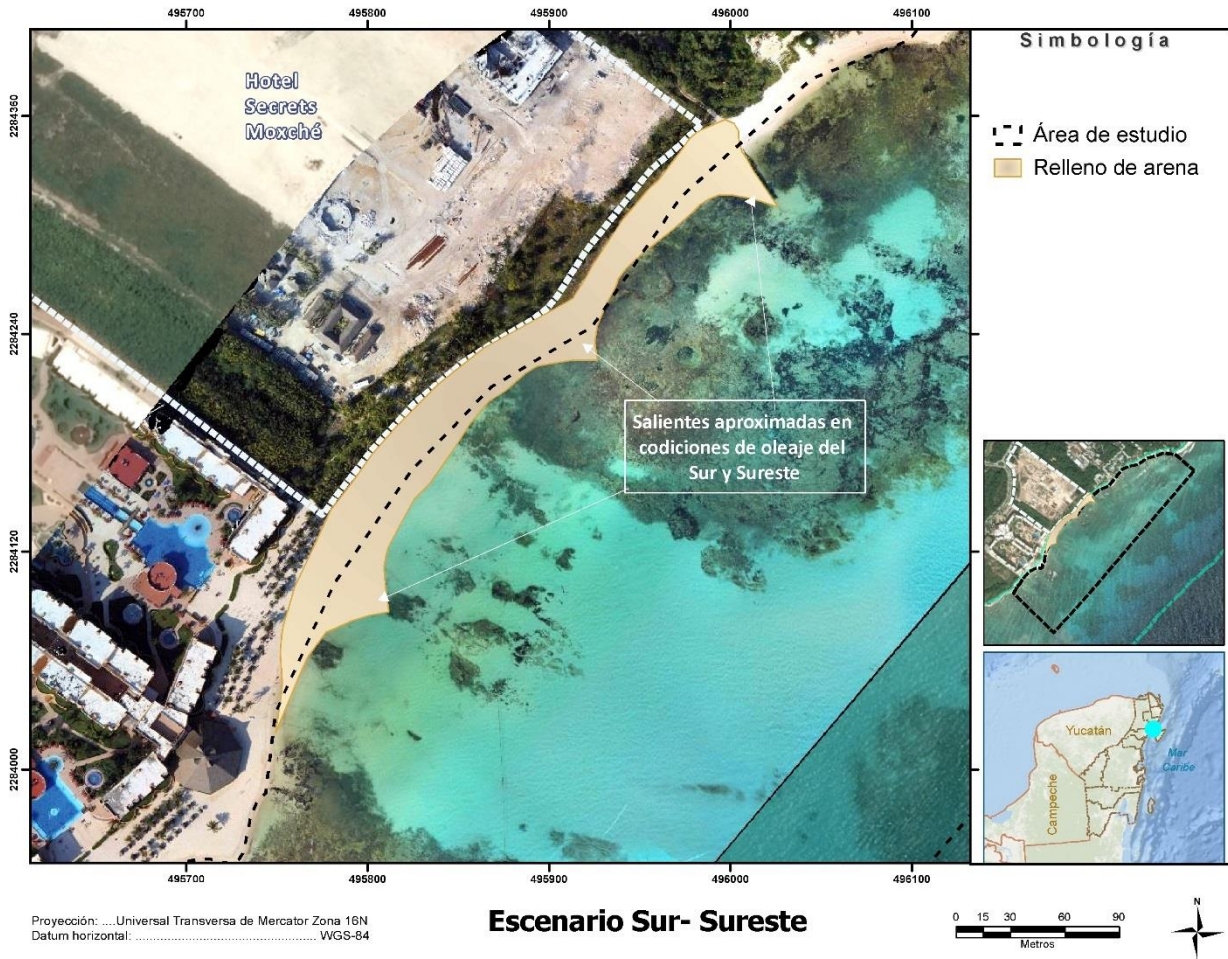


Figura 2. 28. Comportamiento aproximado esperado en escenario de este.

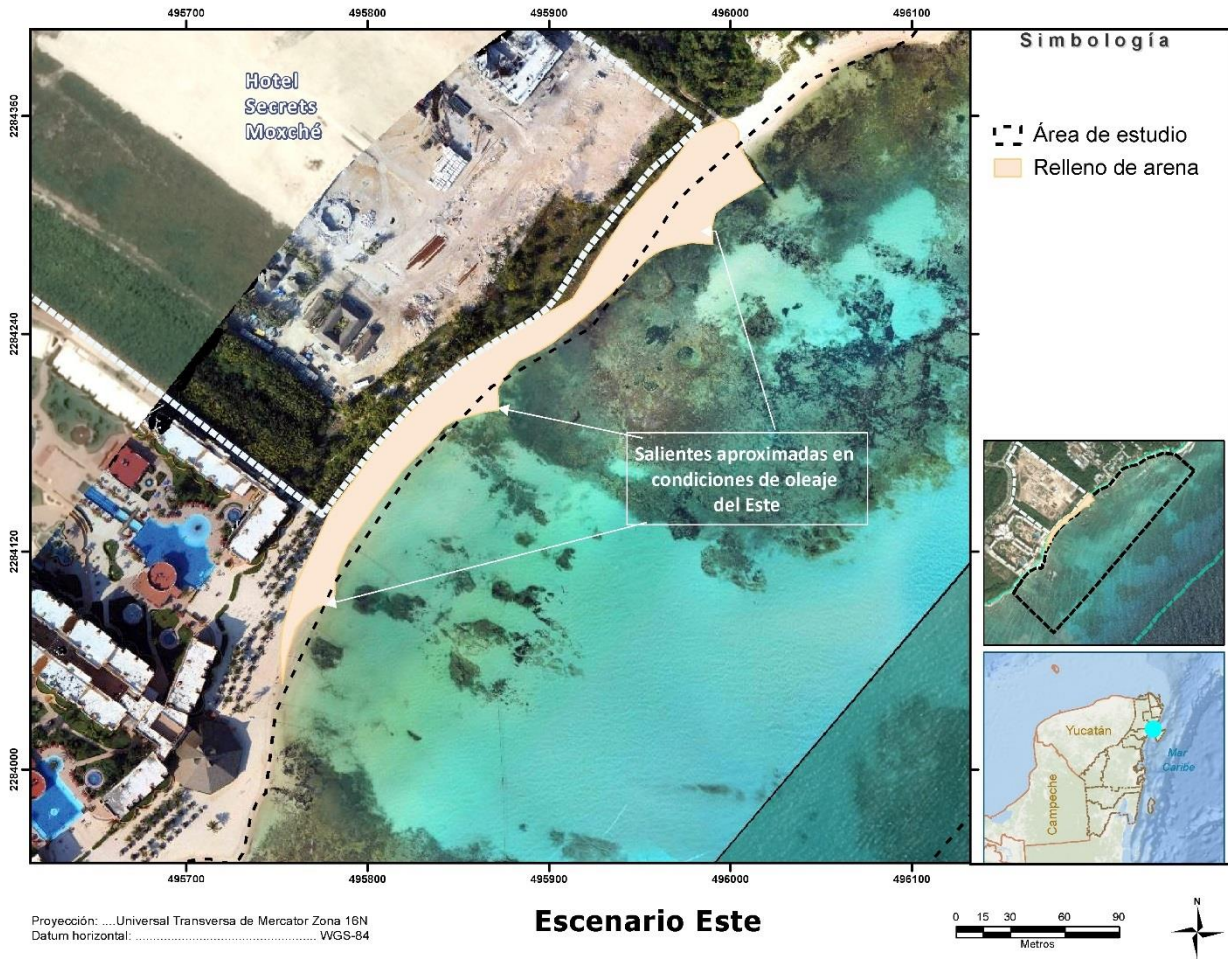
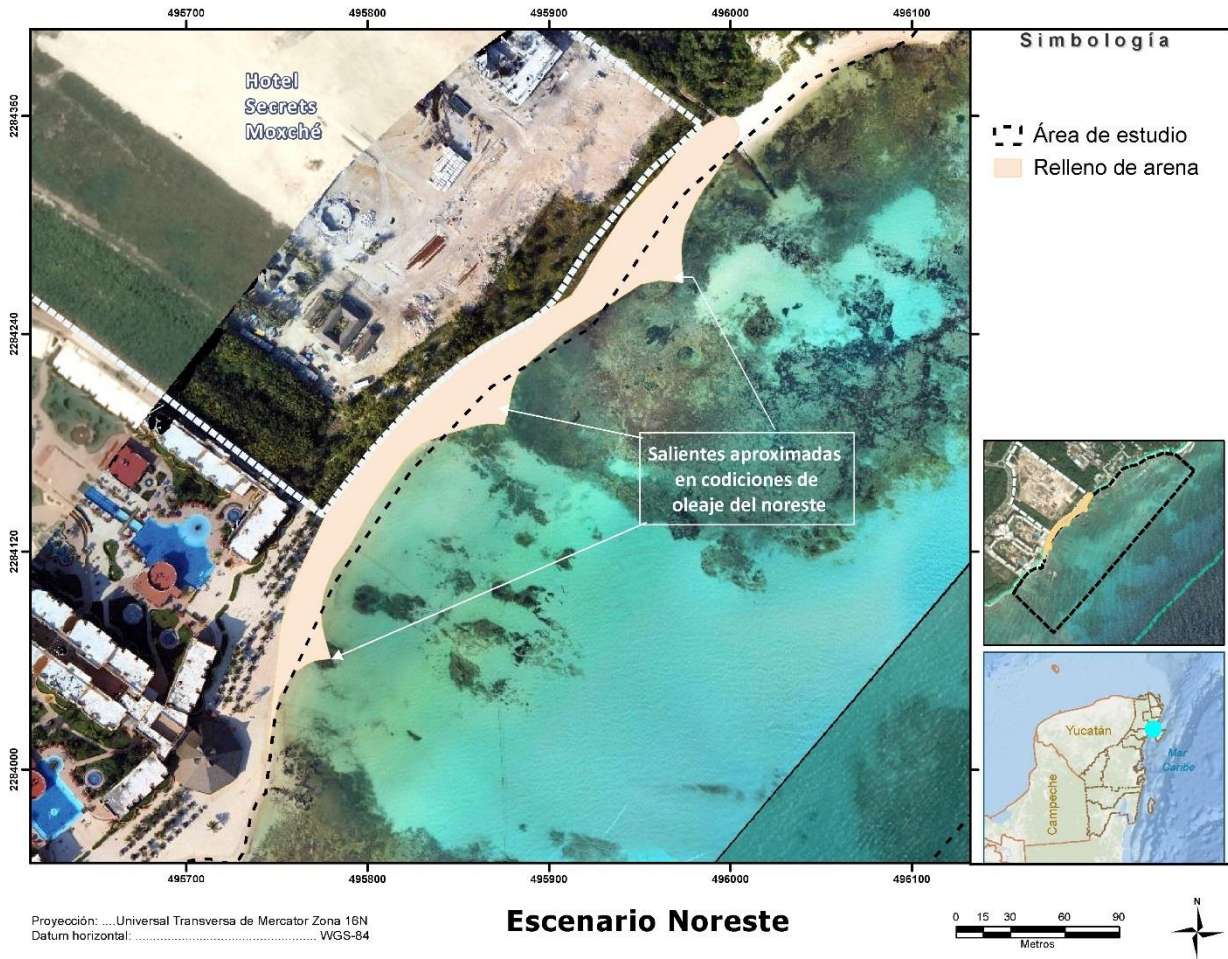


Figura 2. 29. Comportamiento aproximado espera en escenario noreste.

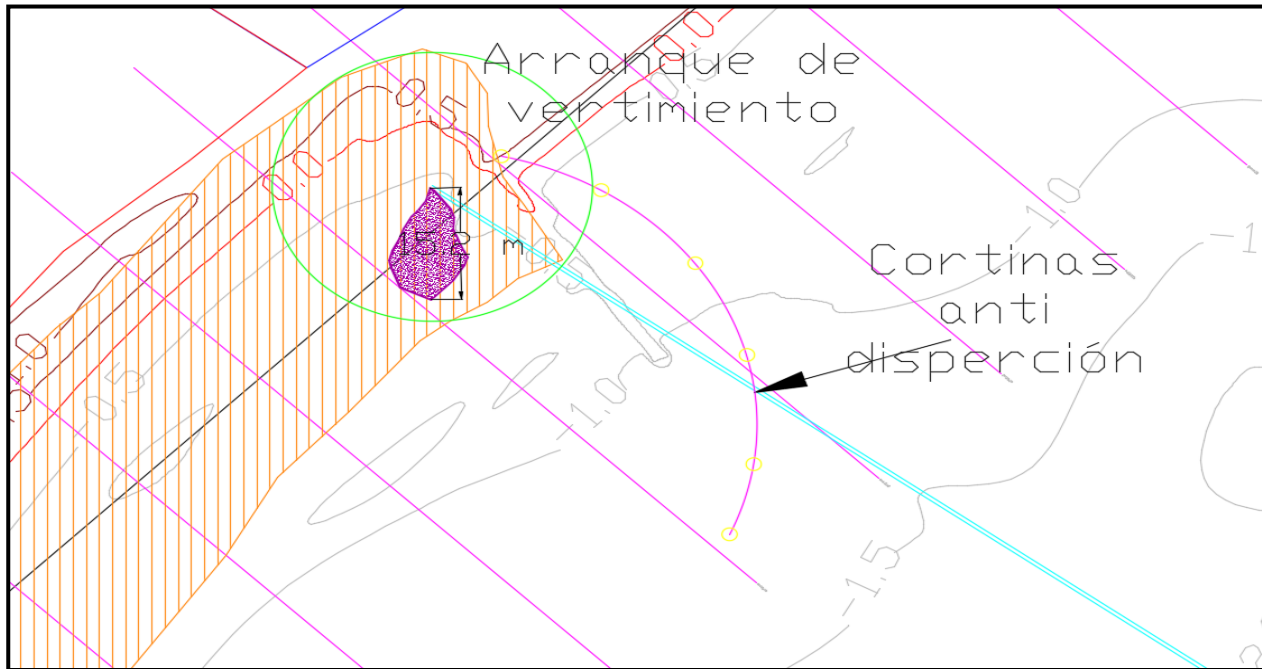


En general se espera que la playa sea estable y robusta, y no se visualiza ningún efecto negativo a las playas vecinas; al contrario, debido a la inclusión de arena en el sistema, es probable que los predios aledaños resulten beneficiados.

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 las protecciones costeras construidas.

Respecto a la pluma de dispersión máxima de sedimentos en el punto de descarga, ésta fue estimada en 15.21 m (Figura 2. 30), esto de acuerdo al análisis de velocidades de las corrientes locales y la velocidad de caída de sedimentos.

Figura 2. 30. Pluma máxima de dispersión de sedimentos en la salida de la tubería de inyección de arena.



Posterior al relleno de playa y como medida complementaria, se procederá a instalar en la playa recuperada, captadores pasivos de arena (técnica ecológica) y plantación de vegetación dunar nativa, que ayudarán a estabilizar el depósito arenoso, contrarrestar la erosión eólica y promover el depósito y acumulación de arena. La implementación de esta técnica es ampliamente utilizada, principalmente en Europa, y utilizan los procesos naturales para conseguir su función; el viento transporta la arena que se sedimenta detrás de los captadores y la vegetación se va estableciendo hasta conseguir una cobertura que permita alcanzar una situación de equilibrio⁴.

Los captadores de arena serán elaborados de material biodegradable (ramas secas, mimbre, o materiales similares) (Figura 2. 31). Estos serán colocados paralelos unos a otros y orientados perpendicular a los vientos dominantes, para obtener una mayor eficiencia en la acumulación de arena⁵. Esta acción contará con monitoreo continuo para detectar las necesidades de mantenimiento. Adicionalmente se delimitarán, con rocas u otros ornamentos no contaminantes, caminos peatonales para el acceso y tránsito en la playa, minimizando la alteración de las zonas de actuación.

⁴ Gobierno de España. 2007. Manual de Restauración de Dunas Costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.

⁵ Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. Comisión Nacional Forestal.

Figura 2. 31. Ejemplo de captadores pasivos de arena.



2.4.1.4. Hábitats Artificiales

En el área marina frente al hotel Secrets Moxche, serán instaladas estructuras que funcionarán como hábitats artificiales y un vivero para el cultivo de colonias de coral. La colocación se llevará a cabo en un polígono general de actuación que ha sido definido para tal propósito (ver apartado 2.2.3, inciso 4), en conjunto los hábitats artificiales y el vivero de coral ocuparan un máximo de 7,000 m², que representan el 29% de la superficie en el polígono (23,659.09 m²). En estas estructuras también se contempla el sembrado de corales y la realización de actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche.

Las estructuras a utilizar para los hábitats artificiales serán de tipo fractal y/o aragocreto (Figura 2. 32), éstas serán ancladas al lecho marino, mediante taquetes expansivos o anclas helicoidales, dependiendo del sustrato.

Figura 2. 32. Ejemplo de hábitats artificiales que serán usados para el Proyecto. Izquierda fractal, derecha aragocreto.



En el caso de las estructuras fractales, cada módulo será fabricado con concreto marino impermeable de alta resistencia $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, con 10 cm de espesor, acero de refuerzo en una parrilla de 10 x 10 con varilla de 3/8", modificación del pH superficial del concreto y preparación para realizar jardinería de coral. Las medidas para cada módulo corresponderán a 1.2 m x 0.9 m teniendo un área efectiva de 0.612 m² considerando únicamente la cara superior y un peso de 118 kg.

En el caso de las estructuras de aragocreto, la roca base será fabricada de un sustrato natural elaborado con fuentes de carbonato de calcio 100% sustentable, de alta porosidad para favorecer la fijación de microorganismos, así como el sembrado de corales. Cada módulo de aragocreto podría contar con las siguientes dimensiones y peso, o similar, 2 m x 2 m x 1.5 m de alto, con un peso aproximado de una tonelada.

Para la instalación del vivero de coral se utilizan estructura de fondo fijo, que podrá ser tipo vivero de bloque y/o vivero de marco (Figura 2. 33). El material coralino a utilizarse en el vivero, así como el mantenimiento, monitoreo y posterior sembrado en los hábitats artificiales estará a cargo del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Puerto Morelos del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.

Figura 2. 33. Ejemplo de estructura de fondo fijo que podría ser utilizada para la instalación del vivero del coral.



El proyecto ejecutivo final para estas obras, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas, como el número de estructuras y la ubicación exacta para cada una de ellas, se presentará para validación de la autoridad una vez que se realice la contratación del servicio con la empresa correspondiente.

Es importante señalar que, la principal función para la colocación de estas estructuras es para promover la colonización de vida marina y para la recreación. Dadas las dimensiones y forma de los elementos, el análisis de la modelación no mostró diferencia significativa, estas estructuras no funcionarán como modificadores de la corriente, disipadores de energía del oleaje o de protección de la costa, por lo que mantendrán la hidrodinámica del sitio.

2.4.1.5. Áreas de Maniobras y Zona de Embarque

El Proyecto también contempla habilitar un patio de maniobras dentro del predio del hotel Secrets Moxche, en un área permitida para su aprovechamiento, de acuerdo a su autorización en materia de impacto ambiental, así como una zona de embarque que será instalada en la ZOFEMAT (concesionada a la promotora) y área marina frente al desarrollo turístico. La superficie a utilizar, para el patio de maniobras dentro del predio del hotel, actualmente se encuentra ocupada por palmas de coco, que en su momento serán trasplantadas a áreas designadas de acuerdo a diseño del desarrollo turístico, en el caso de la ZOFEMAT el área se identifica sin vegetación aparente (Figura 2. 34 y Tabla 2. 19).

Figura 2. 34. Áreas destinadas a las actividades de maniobras dentro del hotel Secrets Moxche y zona de embarque en la ZOFEMAT.

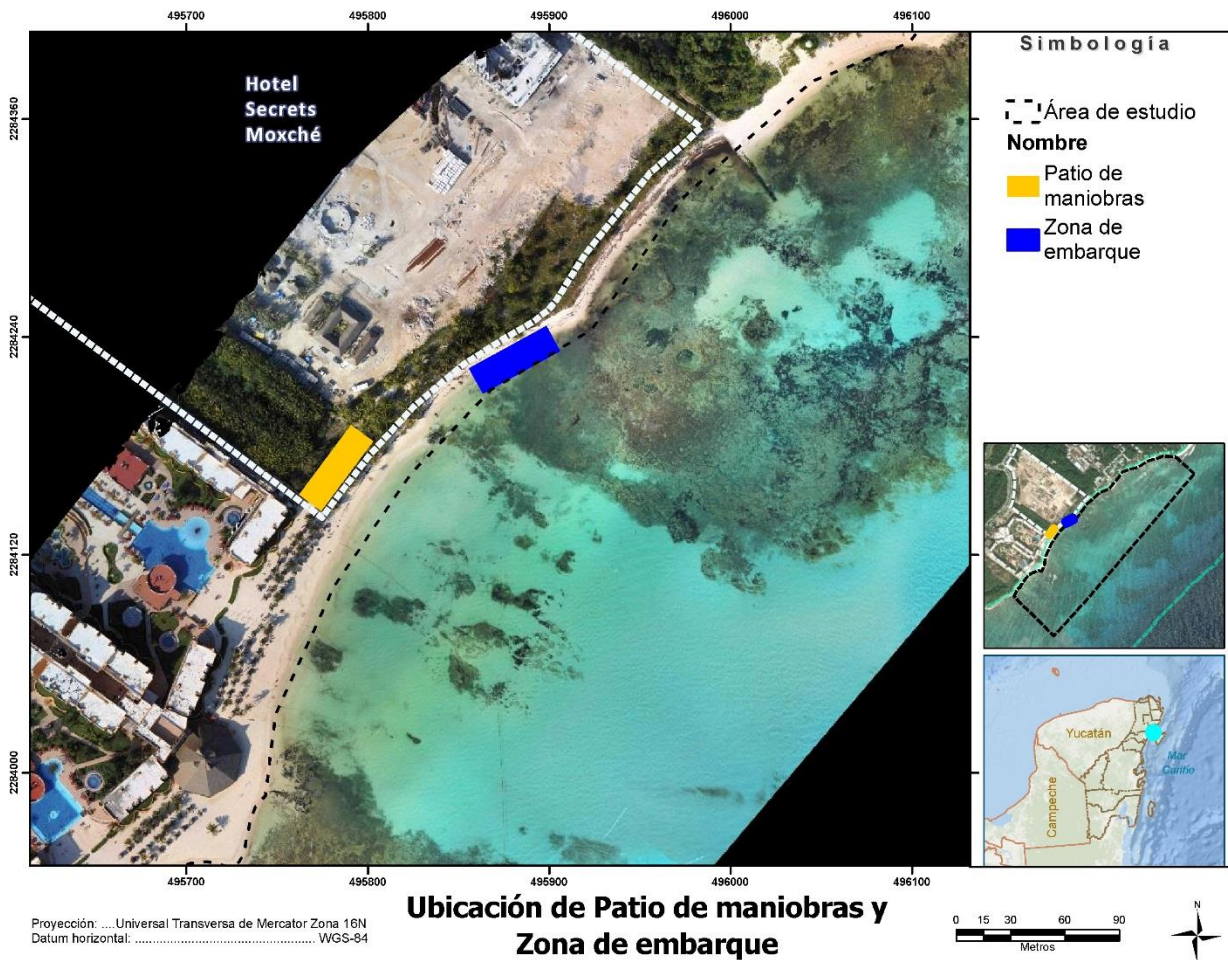


Tabla 2. 19. Coordenadas del patio de maniobras y zona de embarque.

No.	Patio de maniobras		No.	Zona de embarque	
	X	Y		X	Y
1	495774.3354	2284143.9666	1	495905.70	2284232.30
2	495762.1323	2284153.0815	2	495863.61	2284209.25
3	495790.8493	2284191.5288	3	495859.88	2284216.06
4	495803.0525	2284182.4139	4	495856.29	2284222.61
			5	495898.38	2284245.66
			6	495905.70	2284232.30

2.4.2. Fase II

2.4.2.1. Ampliación de la Obra de Protección Costera Rompeolas R1

Se realizará una extensión de 35 m hacia el noreste del rompeolas R1, desplantado sobre un tapete antisocavación, tipo Pavitex, seguido de una cama tipo colchacreto de 0.10 m de espesor, mientras que las estructuras serán a base de elementos de concreto prefabricados tipo cubo ranurado, elementos de patente o similar. La extensión del rompeolas tendrá la corona de 4 m de ancho, a un nivel 0.00 metros, es decir a nivel de marea media, con taludes 2(H) a 1(V), para la cara expuesta al oleaje y la cara protegida. Esta extensión agregará a la estructura una superficie de ocupación de 735 m² y un volumen de 684.45 m³.

Tabla 2. 20. Volumen de material requerido para la extensión del rompeolas R1.

Fase I	Longitud (m)	Volumen por pieza (m ³)	Número de piezas	Volumen total (m ³)
Extensión Rompeolas 1 (R1)	35	1.2769	486	684.45

2.4.2.2. Arrecifes Disipadores

Se destinó un área de 3,978.92 m² para la colocación estratégica de arrecifes disipadores, los que se ubicaran al suroeste del Rompeolas 3. Las estructuras a utilizar serán elementos prefabricados de concreto, sólidos o con cierta porosidad, tipo WAD (*Wave Attenuation Device*), reef ball o similares. Su peso mínimo será de 3,060 kg tal como lo elementos precolados de las estructuras de protección costera (rompeolas). El diseño exacto, ubicación dentro de la superficie definida para este fin y el número de estructuras a colocarse se definirán una vez que se implemente esta fase y dependerá de los resultados obtenidos durante el monitoreo de la dinámica costera.

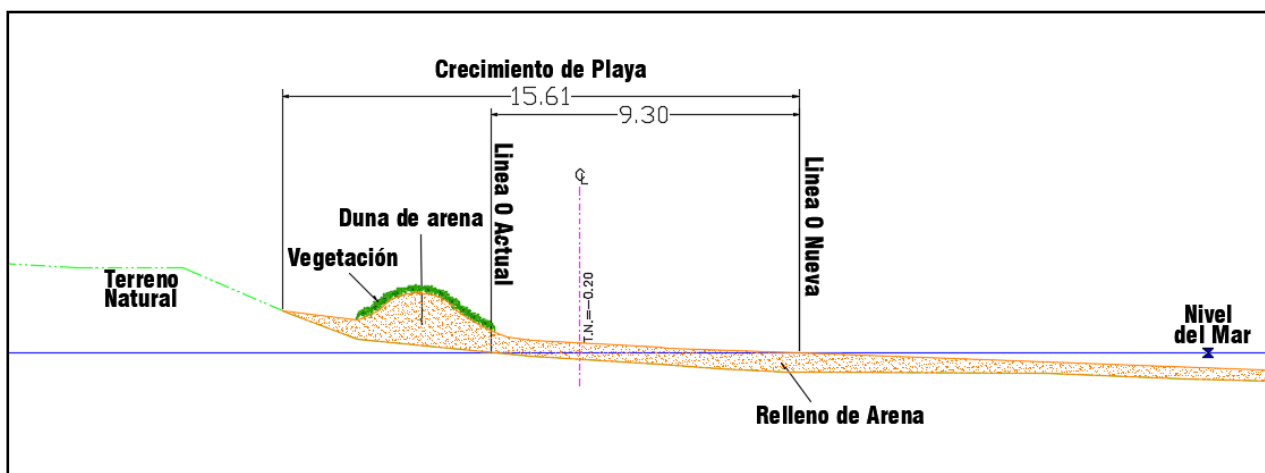
Tabla 2. 21. Ejemplo de arrecife disipador tipo reef ball.



2.4.2.3. Consolidación y Estructuración de Duna

Se considera la construcción de una duna de arena no estructura, posiblemente a base de un núcleo de roca, recubierta de arena del sitio y reforestada con vegetación nativa. La dimensión y posición que la duna será definida una vez que se implemente esta fase y dependerá de los resultados obtenidos durante el monitoreo de la dinámica costera. En la Figura 2. 35 se muestra un esquema tipo de la duna formada con arena y reforestada con vegetación nativa.

Figura 2. 35. Esquema tipo de un elemento de duna formada con arena y reforestada con vegetación nativa.



2.4.3. Programa General de Trabajo

El Proyecto está planteado para implementarse en un periodo de 90 años, de los cuales se prevé la construcción en aproximadamente 17 meses para la Fase I y de aproximadamente 7 meses en la Fase II. En la primera fase se llevarán a cabo las obras y actividades de construcción de obras de protección costera (rompeolas), la extracción de arena del banco marino MOX 1, el relleno de playa y la instalación de los hábitats artificiales. En la segunda fase se realizará la ampliación de obra de protección costera rompeolas R1, la instalación de los arrecifes disipadores y la consolidación y estructuración de duna. En la Tabla 2. 22 se puede consultar el programa general de trabajo para el Proyecto en la Fase I y en la Tabla 2. 23 para la Fase II.

En la etapa de preparación se contempla llevar a cabo la prospección del área marina, para definir la ubicación para la colocación de la infraestructura (rompeolas y arrecifes disipadores) y para llevar a cabo el rescate y reubicación de las especies que ahí se encuentren, así como en el banco de arena; también se realizará la gestión de permisos y licencia que requieran autorización, la preparación del patio de maniobras y zona de embarque y el transporte de los elementos prefabricados, hábitats artificiales y arrecifes disipadores. En conjunto esta etapa tendrá una duración de aproximadamente 31 meses, considerados en la Fase I y aproximadamente 3 meses en la Fase II.

La etapa de operación y mantenimiento del proyecto se estima en 90 años, en esta se llevará a cabo el monitoreo ambiental, de dinámica litoral y de las obras construidas y estructuras instaladas en la zona marina. El programa general de trabajo para ambas fases puede ser consultado a detalle en el Anexo 2.1.

Tabla 2. 22. Programa general de trabajo Fase I del Proyecto.

ACTIVIDAD		PROGRAMA DE ACTIVIDADES MOXCHE FASE I																			
		24 meses	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30	MES 31	MES 32	MES 33	MES 34	MES 35	MES 36	MES 37	MES 38	MES 39	MES 40	MES 41	MES 42	
		Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	
ETAPA DE PREPARACIÓN	PRELIMINARES																				
	Gestión de permisos y licencias que requieren autorización de la MA.	24 meses																			
	FABRICACIÓN DE ELEMENTOS Y ESTRUCTURAS																				
	Preparación de cimbras colado de cubos ranurados o similar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fabricación de aproximadamente 3255 elementos de concreto tipo cubo ranurado o similar de H= 1.20 m Fase 1, con una producción estimada de 30 piezas por día.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PRELIMINARES ACARREO DE ELEMENTOS																				
	Preparación de patio de maniobras y zona de embarque dentro de la propiedad, colocación de señales preventivas. Instalación de materiales para cumplir con las medidas de mitigación.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Preparación de equipo y maquinaria para transporte de elementos, grúas, plataformas, embarcaciones de apoyo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	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.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS FASE 1																				
	Trazo de eje de rompeolas 1, 2 y 3 y zona de anclaje. Colocación de cortinas antidispersión.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Colocación de tapete antisocavacavión para Rompeolas 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colado de colchacreto para Rompeolas 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colocación de elementos para conformación del Rompeolas 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colocación de tapete antisocavacavión para Rompeolas 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colado de colchacreto para Rompeolas 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colocación de elementos para conformación del Rompeolas 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colocación de tapete antisocavacavión para Rompeolas 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colado de colchacreto para Rompeolas 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Colocación de elementos para conformación del Rompeolas 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RELLENO DE ARENA																					
Preparación de equipo: tubería flotante y tubería flexible para bombeo de arena. Preparación de cortinas antidispersión en zona de playa y en zona de bombeo.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dragado de aproximadamente 28 mil m³ de sedimento para conformación de playa frente al desarrollo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Distribución de arena de playa para conformación de secciones de proyecto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HABITATS ARTIFICIALES																					
Fabricación de sistemas de habitats artificiales para buceo libre tipo Dossier RAC, Coral Crafters o similar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trabajos para la colocación en sitio de elementos que conformarán los Habitats marinos.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SEÑALIZACIÓN MARINA																					
Suministro de elementos que conformarán el equipo y estructura de la señalización marina conforme a lo autorizado por la SCT, SEMAR y Capitanía de puerto correspondiente (no incluye tiempo por el trámite de permisos correspondientes)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Trabajos para la colocación de señalizaciones marinas de acuerdo a los criterios de la autoridad marina SCT, SEMAR y Capitanía de Puerto correspondientes.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FINALES																					
Retiro de equipo y limpieza general	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ETAPA DE OPERACION Y MANTENIMIENTO																					
Plan de estudio, monitoreo, consulta y desarrollo.	12 meses de monitoreo y estudio																				

*El rendimiento estimado para producción y colocación de cubos ranurados es de 30 elementos por día.
 *No se consideran días inhábiles (días festivos).

Tabla 2. 23. Programa general de trabajo Fase II del Proyecto.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES MOXCHE DESPUES DE UN AÑO DE MONITOREO PARA FASE II											
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	
	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas
FABRICACIÓN DE ELEMENTOS											
Preparación de cimbras colado de cubos ranurados o similar y arrecifes disipadores	2 sem										
Fabricación de aproximadamente 398 elementos de concreto tipo cubo ranurado o similar de H= 1.20 m Fase 1, con una producción estimada de 30 piezas por día		3 meses									
PRELIMINARES ACARREO DE ELEMENTOS											
Preparación de patio de maniobras y zona de embarque dentro de la propiedad, colocación de señales preventivas. Instalación de materiales para cumplir con las medidas de mitigación	1 sem										
Preparación de equipo y maquinaria para transporte de elementos; grúas, plataformas, embarcaciones de apoyo	1 sem										
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	1 sem										
CONSTRUCCIÓN DE ROMPEOLAS FASE 2											
Trazo de eje de extensión de Rompeolas 1 y zona de anclaje. Colocación de cortinas antidispersión				1 sem							
Colocación de tapete antisocavación para extensión de Rompeolas 1				1 sem							
Colado de colchacrete para extensión de Rompeolas 1				1 sem							
Colocación de elementos para conformación de la extensión de Rompeolas 1					3 meses						
CONSTRUCCIÓN DE ARRECIFES DISIPADORES											
Fabricación de Arrecifes disipadores											
Trazo de eje de extensión de Arrecifes disipadores y zona de anclaje. Colocación de cortinas antidispersión							1 sem				
Colocación de elementos para conformación de zona de arrecifes disipadores								3 meses			
CONSTRUCCIÓN DE DUNA ARTIFICIAL											
Trabajos para el trazo y nivelación del terreno para recibir duna							1 sem				
Suministro de materiales para la conformación de duna de arena							1 mes				
Trabajos para la conformación de Duna de arena								2 Meses			
SEÑALIZACIÓN MARINA											
Suministro de elementos que conformarán el equipo y estructura de la señalización marina conforme a lo autorizado por la SCT, SEMAR y Capitanía de puerto correspondiente (no incluye tiempo por el trámite de permisos correspondientes)								3 meses			
Retiro de señalización en extremo norte de Rompeolas 1 para colocación de extensión de Rompeolas 1				1 sem							
Trabajos para la colocación de señalizaciones marinas de acuerdo a los criterios de la autoridad marina SCT, SEMAR y Capitanía de Puerto correspondientes							1 mes				
FINALES											
Retiro de equipo y limpieza general											2 sem

2.4.4. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto

2.4.4.1. Fase I

2.4.4.1.1. Etapa de Preparación

- Preliminares

Como primer paso se llevará a cabo la gestión de permisos y licencias que requieran de autorización de la manifestación de impacto ambiental. De igual manera iniciará el proceso de fabricación, por parte del proveedor, de los elementos prefabricados.

- Instalación de obras provisionales

Antes de dar inicio a cualquier actividad se instalarán los sanitarios portátiles y se colocarán contenedores para los residuos debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo al tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial). Para el abastecimiento de agua potable, drenaje, telecomunicaciones, luz y recolección de residuos se hará uso de las instalaciones y servicios con las que cuenta el hotel Secrets Moxche, autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio número 04/SGA/0900/13.

- Prospección del área marina

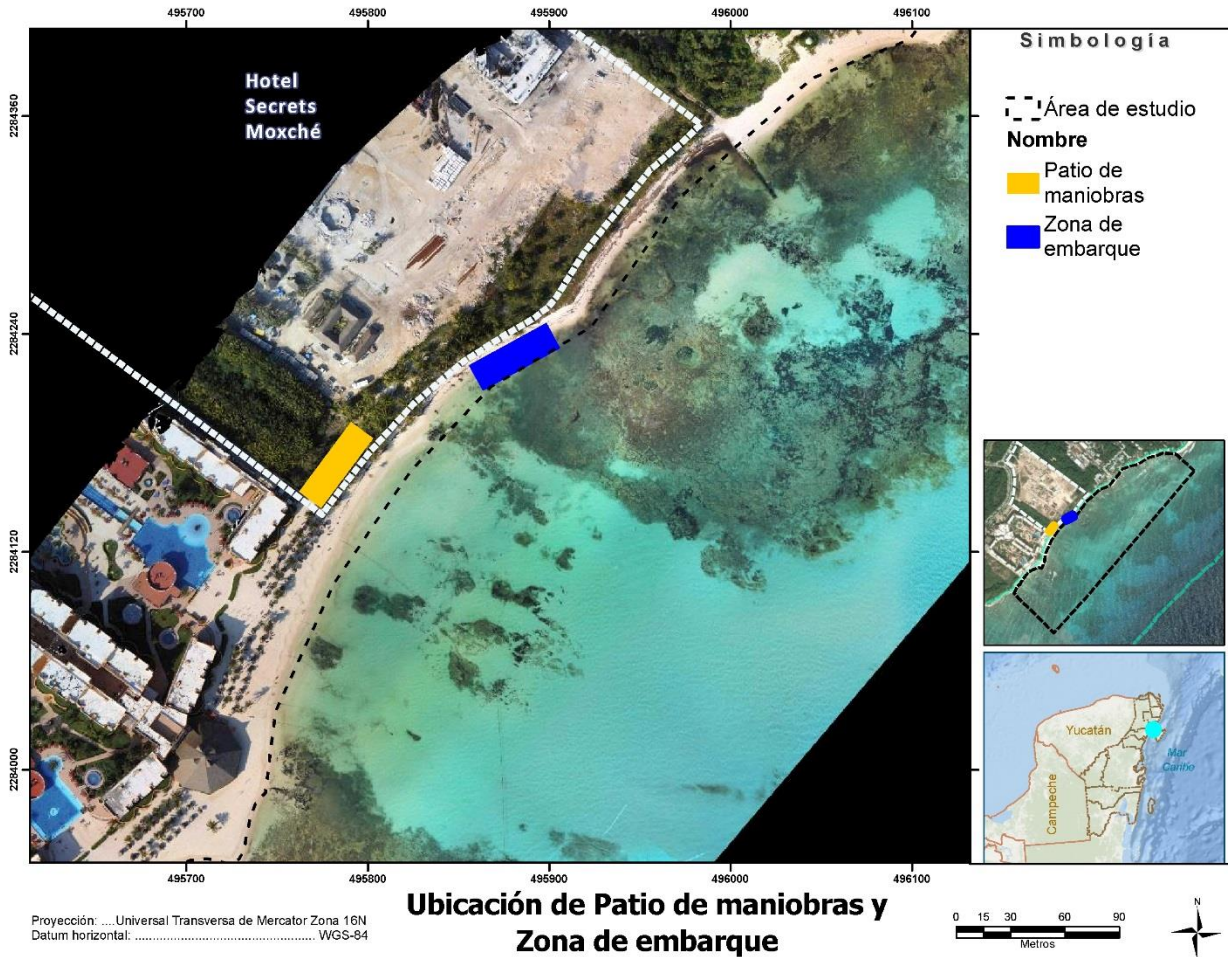
En las áreas marinas delimitadas y consideradas para el aprovechamiento del Proyecto (zona de construcción de rompeolas) un equipo de especialistas en manejo de fauna marina realizará una prospección con la finalidad de rescatar especies bentónicas y/o de poca movilidad, con énfasis en las registradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, para trasladarlos a un área ecológicamente similar y cercana dentro del Sistema Ambiental Regional.

- Preparación de caminos de acceso, patio de maniobras y zona de embarque

Se preparará un área para recibir y almacenar los elementos prefabricados, esta deberá tener fácil acceso desde la carretera federal hasta la costa. El transporte de las piezas se hará mediante el uso de camionetas, camiones de cama plana de 5 toneladas o mayor según corresponda, dos grúas con orugas de 20 toneladas o mayor y herramienta utilizada para el transporte y manipulación de elementos de concreto.

Se han designado dos áreas de trabajo, una dentro del hotel Secrets Moxche, denominada patio de maniobras (PM) de 730 m² (Figura 2. 36), desde donde se podrán realizar los movimientos y almacenaje de los elementos prefabricados, en esta área serán entregadas la piezas terminadas y limpias para su colocación. La segunda llamada zona de embarque (ZE) (Figura 2. 36) se ubicará en la ZOFEMAT y área marina frente al desarrollo turístico, en una superficie de 730 m², siendo desde esta área donde se hará la carga de los cubos sobre las barcasas o chalanes, con el uso de una grúa de oruga. Esta zona deberá ser preparada para facilitar el tránsito de la maquina hasta donde éste anclada la plataforma, a una profundidad segura que será aproximadamente de 1 m, para evitar que la plataforma se quede varada con el peso de los elementos.

Figura 2. 36. Patio de maniobras y zona de embarque.



- Preparación de la maquinaria

Se deberá preparar en el patio de maniobras, la maquinaria necesaria para los trabajos, tales como grúas de 20 toneladas o mayor, con orugas, una excavadora CAT 320 y camiones de cama plana; para las maniobras en el agua, se usarán 2 chalanes de hasta 100 toneladas, dos embarcaciones de apoyo, uno especial para remolcar las barcazas cargadas y para el dragado, un tractor CAT D6 para el acomodo de arena, generadores de corriente de 400 v para suministrar energía a la herramienta menor, la bomba sumergible e iluminación (de ser necesaria). Además de una bomba dosificadora de mortero para el colchacreto. Los equipos deberán contar con su equipo y herramienta antiderrames con el fin de estar preparados en caso de presentarse algún derrame de hidrocarburos.

- Transporte de elementos prefabricados y estructuras para los hábitats artificiales

Los elementos prefabricados y estructuras para los hábitats artificiales serán transportados desde el sitio de fabricación (fuera de la propiedad), hasta el PM, mediante camiones de plataforma o camionetas, según el tipo de camino y facilidad de acceso. Es importante mencionar, que cada elemento será lavado previamente con agua para retirar residuos producto de su fabricación, el agua usada puede ser dispuesta en el drenaje.

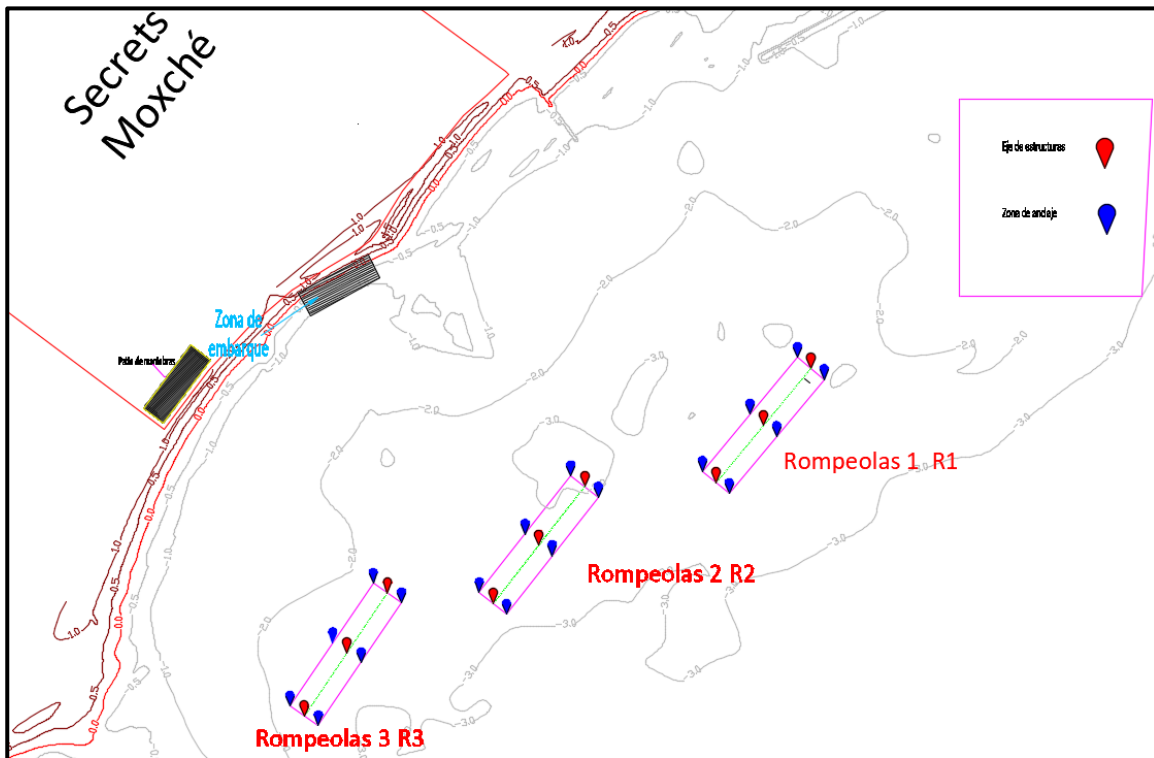
2.4.4.1.2. Etapa de Construcción

- Trazo de los ejes de los rompeolas y zonas de anclaje

Usando GPS de alta precisión, una embarcación y equipo de buceo autónomo, se colocarán lastres o muertos, en los vértices de las estructuras y el eje de desplante de los rompeolas (Figura 2. 37), en estos se fijarán boyas pequeñas para su señalización, posteriormente un buzo atará un cabo en cada vértice, para delimitar el eje exacto de desplante. Los muertos se harán con cubos de concreto que pueden ser llevados en una embarcación de bajo calado.

Al mismo tiempo se definirá la zona de anclaje (Figura 2. 37), que es el área en donde estarán ubicados los lastres de los cuales será anclado el chalán, y permanecerá fijo durante las maniobras de colocación. Esta zona es importante que esté delimitada debido a que los muertos utilizados tendrán que ser removidos posterior a los trabajos de construcción de los rompeolas.

Figura 2. 37. Trazo de los ejes de los rompeolas y zona de anclaje.



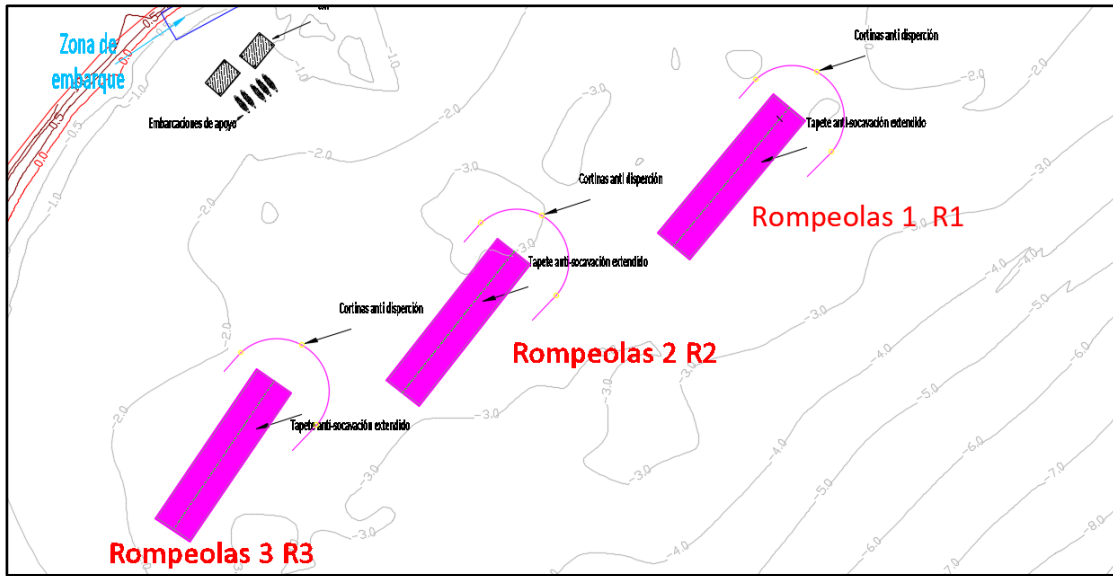
- Colocación de cortinas antidispersión

Para evitar cualquier posible incidente de dispersión de sedimentos en suspensión, a partir de este momento se deberán colocar las cortinas antidispersión (Figura 2. 38).

- Colocación de tapete antisocavación

Se deberán extender tapetes antisocavación tipo Pavitex o similar con asas de amarre, con su respectivo tubo de lastre costurado, el cual se llenará de arena mediante el uso de bombas sumergibles que bombearán arena desde la costa hasta llegar a su grosor de diseño (Figura 2. 38).

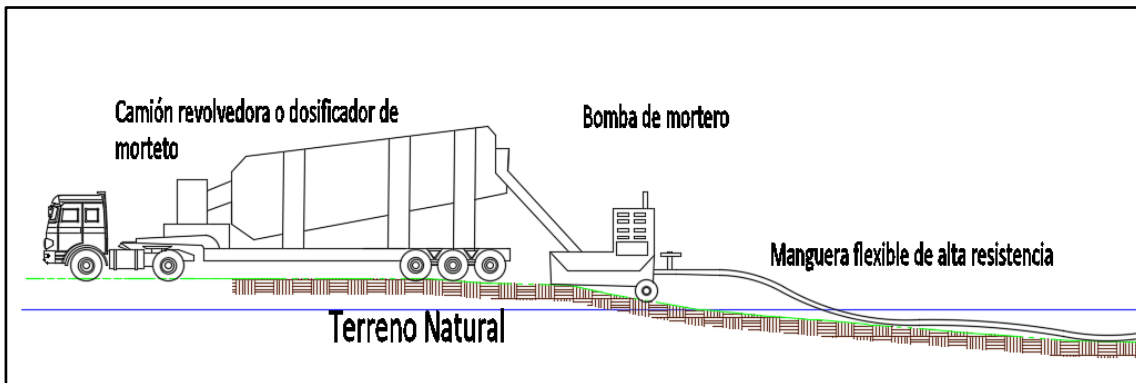
Figura 2. 38. Maniobra para la colocación de tapetes antisocavación y cortinas antidispersión



- Colocación de colchacreto

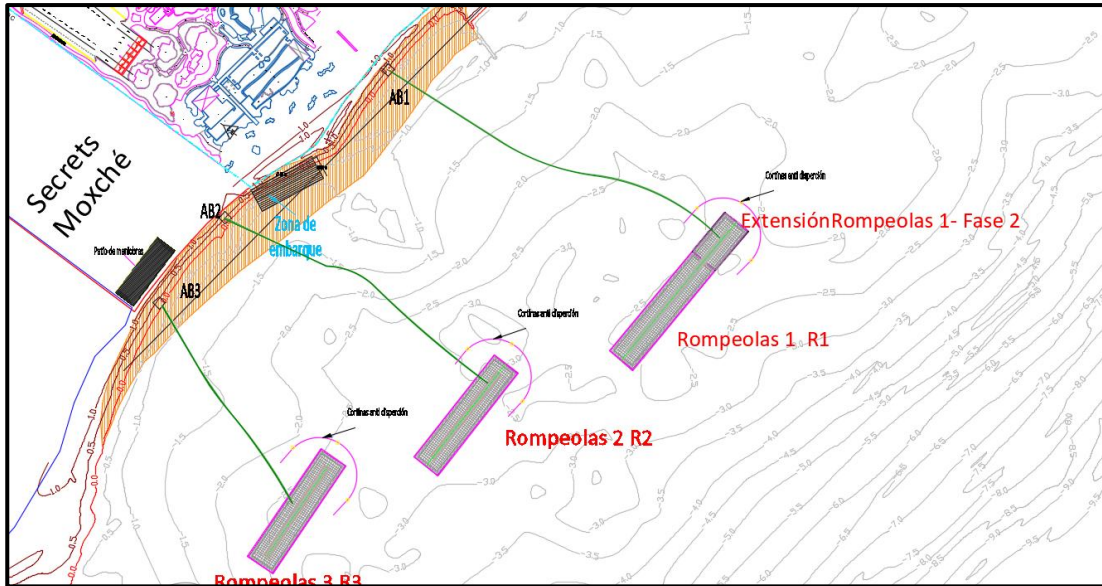
Se deberá suministrar el elemento tipo colchacreto, construido a base de geotextil de 10 cm de espesor. El cual se procederá a colocar sobre el tapete antisocavación bien extendido. Posteriormente mediante el uso de una dosificadora de concreto, se elaborará un mortero de una resistencia de 100 kg/m². El material será bombeado desde la dosificadora a través de una manguera flexible de alta resistencia desde tierra hasta el puerto de llenado del colchacreto (Figura 2. 39).

Figura 2. 39. Maniobra para suministro y bombeo de mortero para colchacretos.



Cada área de trabajo deberá ser rodeada con una cortina antidispersión. Ya que el bombardear mortero desde una distancia mayor a 250 m se vuelve una tarea complicada, se designarán 3 áreas de bombeo en la playa una frente a cada rompeolas, denominadas área de bombeo 1 “AB1”, área de bombeo 2 “AB2” y área de bombeo 3 “AB3”.

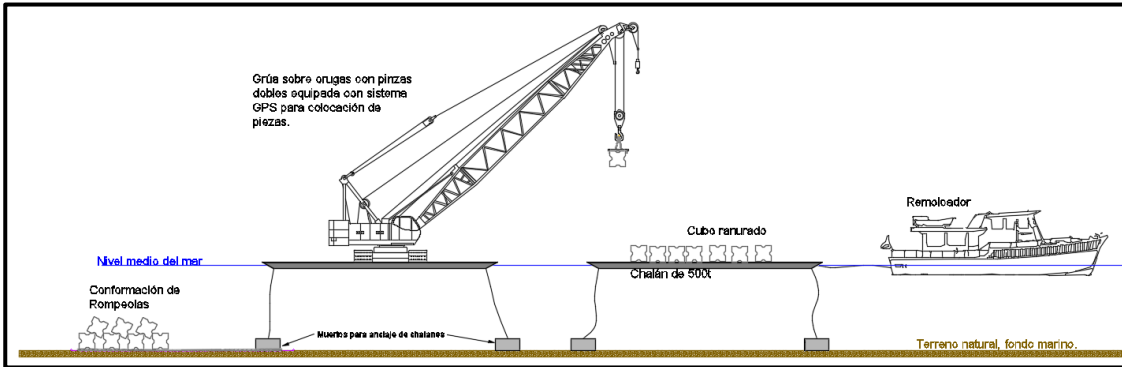
Figura 2. 40. Vista en planta de las áreas de bombeo de mortero para colchacreto, AB1 norte, AB2 centro y AB3 sur.



- Construcción de los rompeolas (R1, R2 y R3)

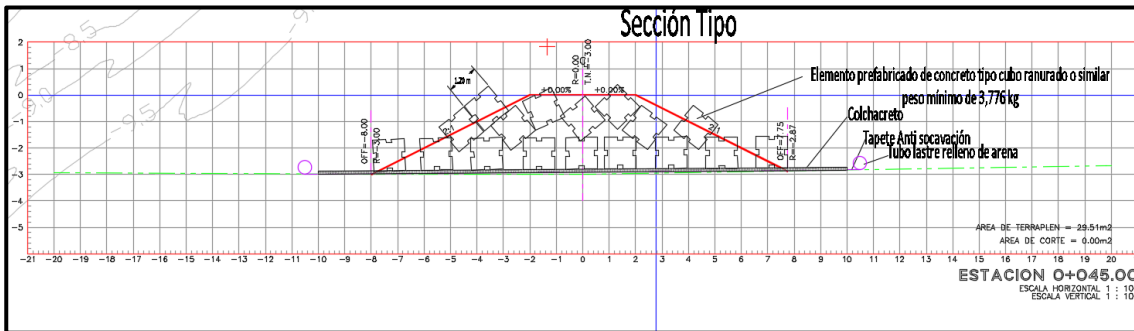
Una vez señalizados los puntos, tanto del eje de desplante, como el polígono de anclaje, se iniciará con la colocación de las piezas para conformación de las estructuras sobre el colchacreto. La grúa de orugas cargará una a una cada pieza sobre el chalan, los chalanes tienen una gran flotabilidad y estabilidad, son capaces de cargar varias toneladas y hundirse unos cuantos centímetros. El chalan será remolcado hasta la zona de anclaje con ayuda de una embarcación de apoyo, donde ya debe estar lista la otra grúa, montada sobre el otro chalan, bien anclado al fondo para no tener complicaciones con el movimiento del oleaje. Con la misma dinámica, la grúa irá acomodando cada elemento en su posición hasta alcanzar las dimensiones del proyecto, largo, alto, ancho y taludes. Para la conformación de los rompeolas será necesario el acomodo de piezas en camas, hasta alcanzar el nivel de corona a los 0.00 m o NMM, para los tres rompeolas (Figura 2. 41).

Figura 2. 41. Esquema de la construcción de rompeolas con el uso de chalanes y grúas.



El acomodo es aleatorio, es decir los cubos o piezas que se usen no se acomodan cara con cara, sino de forma aleatoria, en desorden ya que esta porosidad formada entre piezas es ideal para disipar la energía del oleaje de la mejor manera, por lo que será difícil cumplir exactamente con la altura de cero metros sobre el nivel medio del mar. Para lo cual se ha elegido una tolerancia de +0.4 m, es decir, la cota mínima es de cero metros o nivel medio del mar, pero puede superar este nivel hasta 40 cm (Figura 2. 42).

Figura 2. 42. Sección tipo del acomodo de piezas en el sitio de construcción.



Debido a la altura de diseño de corona se requiere colocar las piezas con grúa desde un chalán (también llamados flexiboats). La colocación como se puede observar en la Figura 2. 42 requiere que las piezas se traben unas con otras ya que estas piezas trabajan por gravedad individualmente y por trabazón con las demás. Los elementos prefabricados 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. Al terminar la construcción de los rompeolas en su totalidad se habrán colocado aproximadamente 3,967 piezas.

- Señalización marina

Puesto que las estructuras se prevé que estén a nivel medio del mar es posible que no sean visibles para los navegantes de la zona, por lo tanto, será necesario colocar señalización marina permanentes a los externos de los rompeolas, tal y como se muestra en la Figura 2. 43 y Figura 2. 44.

Figura 2. 43. Esquema de vista en planta para la ubicación de señalización marítima.

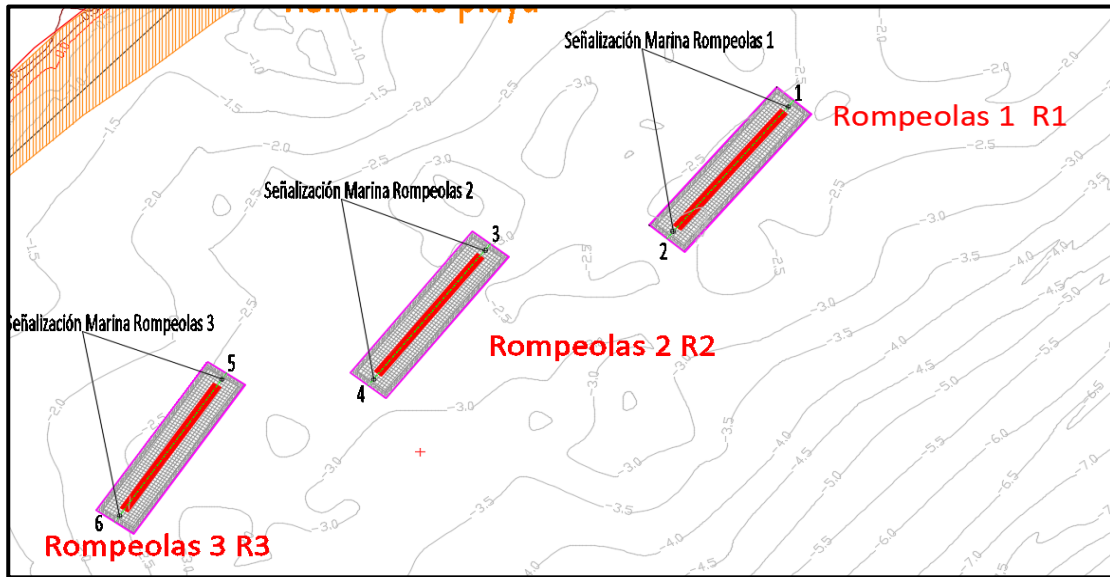
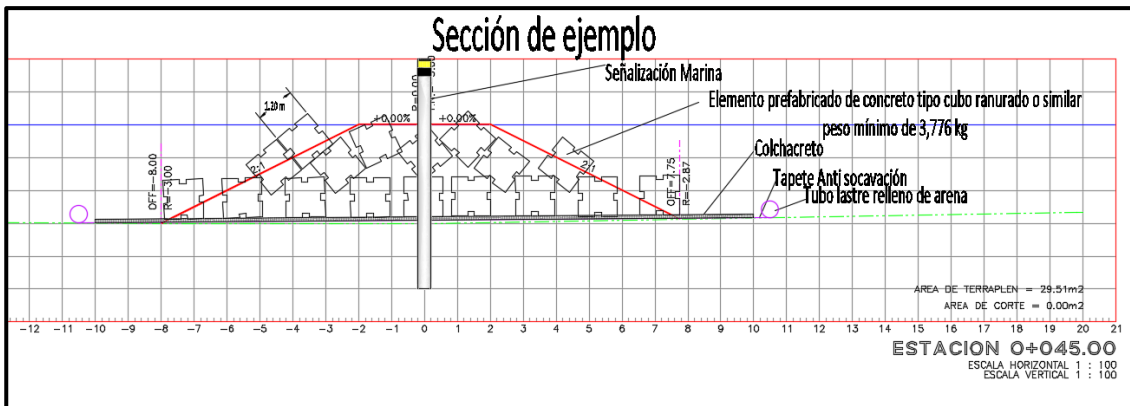


Figura 2. 44. Ejemplo de esquema de sección para la señalización marina.



- Extracción, transporte y vertido de arena

Una vez terminada la construcción de los rompeolas, se iniciará el proceso de extracción, transporte y vertido de arena para recuperar la playa erosionada, para lo cual se seguirán los siguientes pasos

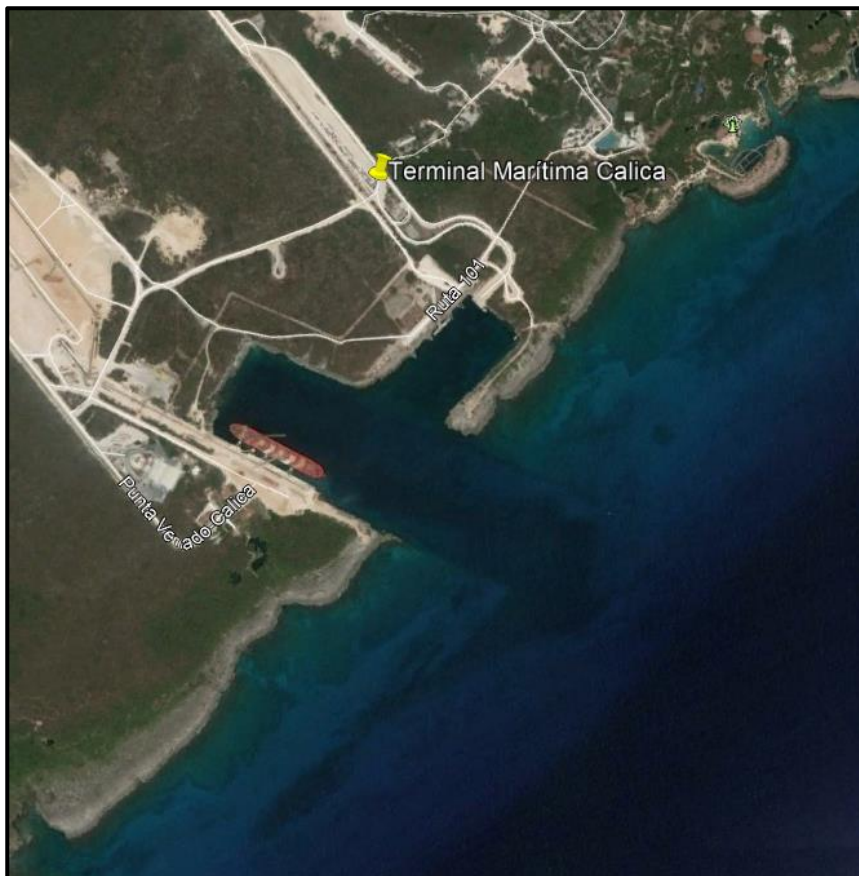
Identificación del banco de arena. El banco marino a explotar se ha denominado MOX 1 y se encuentra aproximadamente a 600 m del desarrollo turístico Secrets Moxche, cuenta con una superficie de 149,038 m², y un volumen aproximado de 71,250 m³, el volumen que se pretende extraer es de 28,660.84 m³.

Método de extracción. Se podrá hacer uso de una draga de tolva o de tiro libre a la costa.

Selección de draga. Existen varios elementos a considerar para seleccionar la draga adecuada para el trabajo, entre las cuales se encuentran las condiciones del sitio de extracción de sedimentos, el cuerpo de agua (lago o mar), si está protegido del oleaje, etc.; otro elemento es la profundidad máxima del sitio y el tamaño de la draga de acuerdo con la cantidad de arena que se requiere extraer.

En este caso particular se tiene una zona que varía entre 6 m y 19 m de profundidad, de manera que se buscará una draga que puede navegar en estas condiciones y que tenga el alcance para ese rango de profundidad. Las condiciones en que se trabajará son las de un mar semiprotectido parcialmente por la isla de Cozumel y en general las condiciones de oleaje y viento se pueden considerar favorables, sin embargo se pueden presentar condiciones de oleaje alto cuando se presenta una Surada (viento fuerte del sur-sureste) o un frente frío (viento del noroeste), estas condiciones de oleaje fuerte pueden desarrollarse súbitamente, por lo que se requiere una embarcación adecuada para mar con condiciones de oleaje medio-alto y por supuesto se requiere considerar los lugares en donde esta puede ser resguardada (Figura 2. 45) en caso de que se espere tener alguna tormenta estacional o extraordinaria y mantener vigilados los diferentes sistemas de monitoreo que presentan pronósticos de viento y oleaje, tales como Buoyweather, NOAA⁶, Wunderground, entre otros. Todos ellos provén información muy útil y confiable que servirá para determinar si se mantiene a la draga trabajando, detenida y anclada o resguardada.

Figura 2. 45. Terminal marítima Calica a 13.2 km al sur del banco de arena para el dragado. Posible sitio de resguardo de la draga.



⁶ <http://www.noaa.com/>

Lo ideal es usar una draga de tolva que pueda navegar a lo largo del banco de arena que tiene 1,113 m de longitud, para extraer la arena y transportarla en su tolva hasta el punto de conexión, en donde se conectará a una tubería por la que transportará la arena hasta la playa. Sin embargo, también puede usarse una draga que permanezca en el punto de conexión y que sea capaz de extraer la arena con succionadores largos y pueda con una bomba impulsar la arena hasta la playa.

Por lo anterior 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*⁷, las características de esta draga se muestran a continuación (Tabla 2. 24) y representan el tipo de equipo a utilizarse, por lo que se podrá emplear esta u otra draga con características similares.

Tabla 2. 24. Características de la draga Adelaar.

Draga Adelaar	Características
Capacidad de la tolva	604 m ³
Longitud total	60 m
Manga	8 m
Calado (draga cargada)	2.80 m
Máxima profundidad de dragado	25 m
Diámetro del tubo de succión	500 mm
Potencia de la bomba de succión	315 kW (427.9CV)
Potencia de propulsión	515 kW (700CV)
Bowthruster	150 kW
Velocidad	7 kn (12.90km/hr)

Esta draga puede maniobrar en el área perfectamente, ya que su calado cargada por completo es de 2.8 m y su máxima profundidad de dragado es 25 m, ya que el banco de arena se encuentra entre 6 m y 19 m, la draga trabajará de manera segura sin riesgo de tocar el fondo.

La tolva puede albergar 604 m³ en cada viaje, el volumen a extraer es de alrededor de 28,660.84 m³, de manera que se necesitarán al menos 48 ciclos (viajes redondos al banco). Se estiman 3 horas para cada ciclo; aproximadamente 5.87 días, redondeado implicaría 6 días para realizar toda la maniobra.

Tabla 2. 25. Tiempos estimados para el dragado.

Ciclos	Tiempo por ciclo (hr)	Ciclos por día	Días efectivos para el dragado completo
48	3	8	6

Alternativamente a la draga mencionada, se tienen los datos de otra draga más grande que también puede realizar este trabajo, esta draga de nombre Albatros tiene las siguientes especificaciones.

⁷ <http://www.dutchdredging.nl/en/ship/adelaar-trailing-suction-hopper-dredger/>

Tabla 2. 26. Especificaciones de la draga Albatros.

Draga Albatros	Características
Capacidad de la tolva	1,860 m ³
Longitud total	75 m
Manga	13.40 m
Calado (dragas cargada)	3.48 - 3.80 m
Máxima profundidad de dragado	30 m
Diámetro del tubo de succión	600 mm
Potencia de la bomba de succión	700 kW
Potencia de propulsión	2x700 kW
Bowthruster	260 kW
Velocidad	10 kn

Arribo y manejo de la draga. La draga llegará a la zona de trabajo navegando por sí misma ya que es una draga autopropulsada, se tiene previsto que cargue diésel y reciba cualquier clase de servicio necesario en el puerto de Puerto Morelos o Calica.

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 dos embarcaciones que ayudarán en todas las operaciones relacionadas con la tubería como colocarle flotadores, sujetarla al fondo con anclas, moverla de sitio según sea necesario, colocar mallas antidispersión de sedimentos donde se requiera según la operación que se vaya a realizar.

La tubería a utilizar tendrá las siguientes características:

- Tubería de acero al alto carbón, o polipropileno de alta densidad.
- Diámetro de 15 a 44 pulgadas.
- Bridas de conexión en extremos o preparaciones para soldadura.
- Conexión de bridas con tornillería de acero inoxidable (en caso de optar por tubería bridada).
- Tramos de 6 y 12 m.
- Longitud máxima de 600 m.

Las embarcaciones de apoyo también estarán preparadas para que en caso de que se presente un derrame de hidrocarburos, coloquen en poco tiempo equipo antiderrames que ayudará a contener y recuperar los residuos. Estas serán propulsadas con motores a gasolina o diésel, de tamaños chicos y medianos, estas embarcaciones tendrán entre 10 y 15 m de eslora; las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios de dichas embarcaciones se harán fuera del área de trabajo en una marina o puerto de resguardo.

Colocación de cortinas antidispersión. Se deberán colocar las cortinas antidispersión, tanto en la orilla de la playa, 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 ambientes marinos cercanos, esta se debe fijar en forma de media luna dirigida contra la corriente para contener los sedimentos en suspensión. (Figura 2. 46 y Figura 2. 47).

Figura 2. 46. Cortina antidispersión de sedimentos con lastre y flotador.

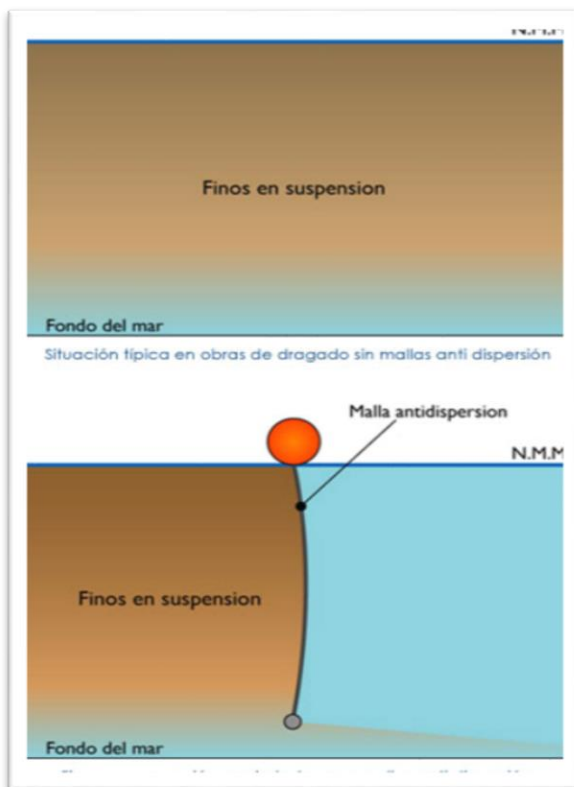


Figura 2. 47. Cortina antidispersión de sedimentos.



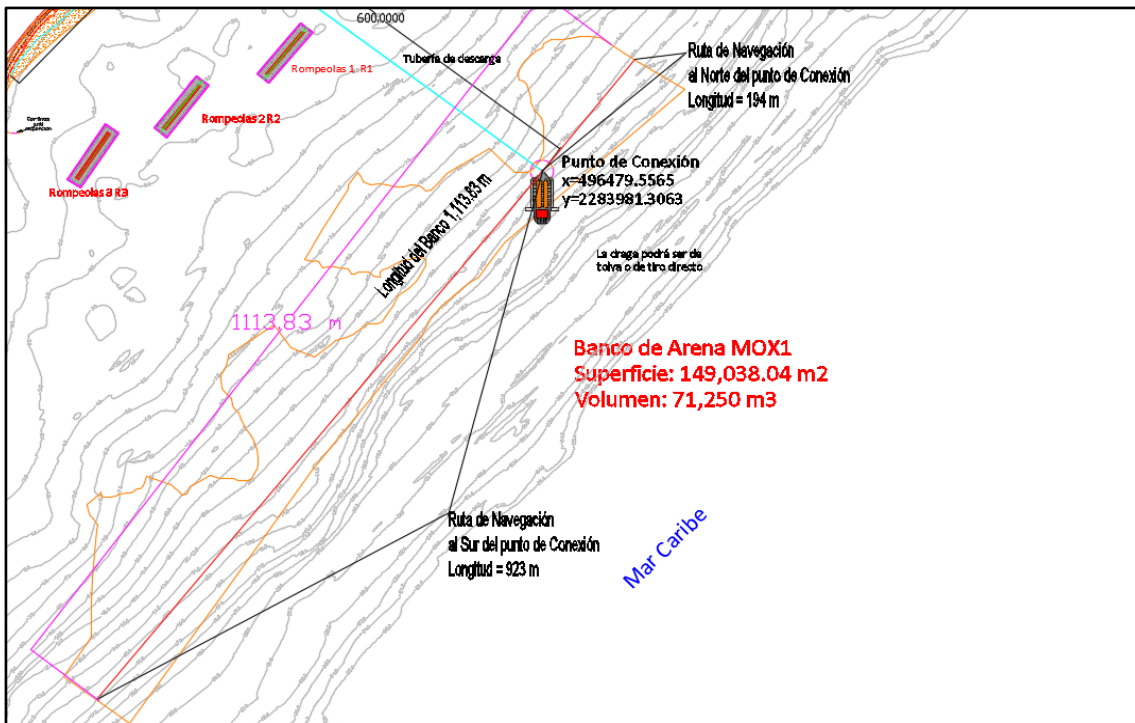
Extracción de arena. La draga se posicionará sobre el banco de arena, se desplegará el tubo de succión sobre el fondo y se encenderá la bomba de succión para iniciar la extracción. La draga continuará navegando sobre el banco lentamente mientras draga el material en una mezcla con agua a una razón aproximada de 15% de arena por 85% de agua, esta operación tomará aproximadamente 45 minutos o hasta llenar la tolva de material. Durante esta maniobra de dragado, 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 que se ha colocado previamente.

La mezcla de agua y arena entrará en la tolva, donde será contenida hasta su posterior rebombeo en la zona de vertimiento. Durante la maniobra de dragado son bajas las probabilidades de que ocurra un derrame de arena ya que el tubo de succión es rígido y no existe ninguna tubería flexible o vulnerable, sin embargo, también se debe utilizar una cortina anti dispersión en la zona de extracción.

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

Transporte. La draga iniciará los movimientos para navegar hacia el punto de conexión sobre la ruta de navegación previamente indicada. Las maniobras de navegación deben tomar alrededor de 40 minutos, teniendo en cuenta que la longitud del banco es de 1.13 km y se encuentra alejado de la costa, aproximadamente a 600 m (Figura 2. 48).

Figura 2. 48. Localización del banco de arena en el polígono color naranja y la ruta de navegación al norte y sur del banco en color rojo.



Acople y vertimiento 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 tubería de descarga de material hasta la costa.

La conexión se realizará por la proa de la embarcación de dragado, donde se sujeta el conector de la tubería flotante. Una vez sujetado se jalará hacia arriba hasta acoplar con el tubo de expulsión, se asegurará la conexión y se apretarán las bridas, para poder dar inicio al bombeo para el vertimiento de arena.

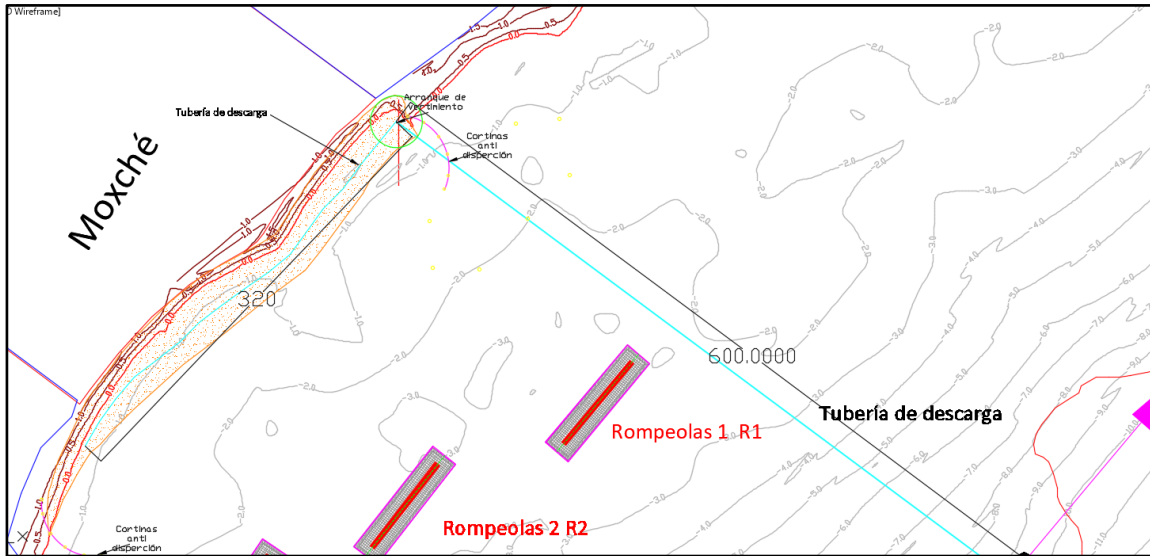
Una vez asegurada la conexión se hará contacto con el personal de tierra para asegurarse que las conexiones están seguras y la salida de la tubería está lista y libre para arrojar la mezcla de agua y arena. Una vez asegurada la tubería, se enciende el motor de la bomba y se inicia el vertimiento de la arena en 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 colocarán cortinas antidispersión 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 sean contenidos y caigan al fondo marino. En la playa por otra parte, la mezcla saldrá con mucha velocidad 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 colocarán cortinas antidispersión cerca de la costa formando una media luna para contener los sedimentos y evitar que se desplacen hacia afuera, dichas mallas tendrán una dimensión de 20 m de largo cada una y se extenderán hacia el fondo. Finalmente, en áreas aledañas al predio en donde se identifique la presencia de manglar se colocarán mallas geotextiles que lo protejan.

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 límite de la colindancia norte del desarrollo turístico, la tubería se colocará de forma paralela 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 aproximadamente 25 m y dará espacio para mover la maquinaria y desplazar la arena hacia el suroeste sin mover la tubería.

Figura 2. 49. La salida de la tubería de descarga de arena proveniente de la draga se colocará de forma paralela a la línea de costa para verter arena, ensanchar la playa y progresivamente mover arena hacia el suroeste para recuperar la playa a todo lo largo del desarrollo.

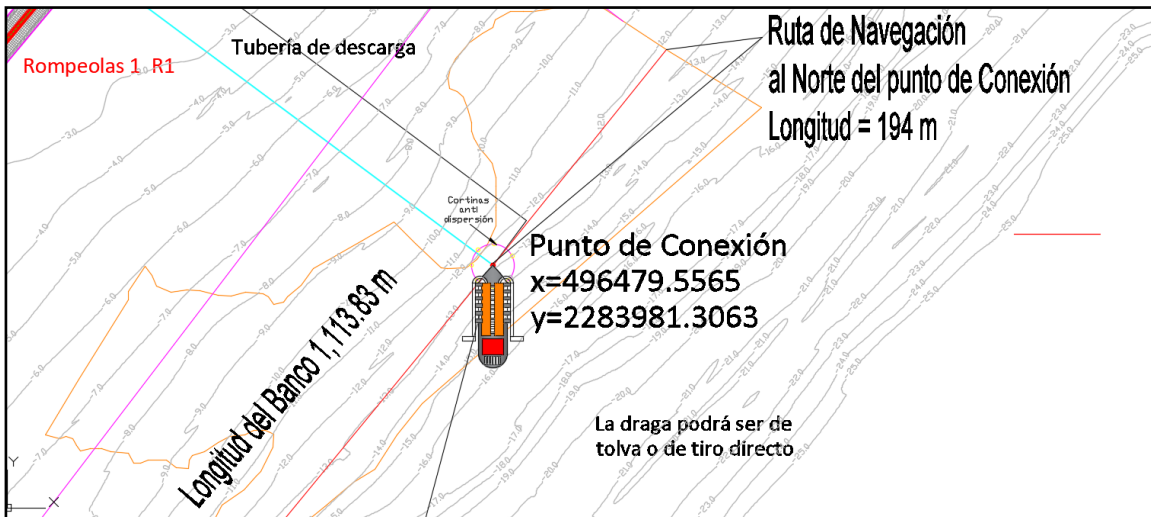


Se tendrá precaución para no verter demasiada arena en un solo punto sin antes extenderla con maquinaria pesada o distribuirla con tubería de acople rápido. Se deberá evitar la sobre acumulación, mediante el acomodo con tractores, dado que el bombeo de la arena no puede ser detenida fácilmente, ya que, si se hace, se provocaría un tapón en la tubería.

Antes de extender la arena se debe cribar para retirar rocas y padecería de conchuela u otros objetos indeseados en la playa. Una vez iniciado el bombeo desde la draga, este se detiene hasta que se descarga la tolva.

A continuación, se puede ver el área de anclaje y maniobras, montado sobre la batimetría frente al desarrollo Figura 2. 50.

Figura 2. 50. Zona de anclaje frente al desarrollo a una distancia aproximada de 600 m.



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. Cabe resaltar que esta zona 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).

De acuerdo a los tiempos descritos (Tabla 2. 27), toda la operación para cargar y descargar una tolva completa tomará 130 minutos más 40 minutos más para el acoplamiento, desacoplamiento y maniobras, lo que da un total de 170 minutos, aproximadamente 2 hrs y 50 min, por lo que se podrán realizar aproximadamente 4 ciclos por jornal.

Tabla 2. 27. Tiempos previstos durante las maniobras de dragado.

Actividad	Tiempo (min)
Traslado (ida)	25
Carga	40
Traslado de regreso	25
Acople	20
Descarga	40
Desacople	20
Total	170
2:50 hrs	

Los trabajos se deberán realizar sólo en condiciones ideales en que el mar este en calma (oleaje máximo de 1.5 ft 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, 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.

- Instalación de hábitats artificiales

Se destinó un área de 23,659.09 m² para la instalación de estructuras que funcionarán como hábitats artificiales y un vivero para el cultivo de coral. Las estructuras a utilizar para los hábitats artificiales serán de tipo aragocreto y/o fractal, para su instalación se tomará como referencia el proceso constructivo referido en el documento “Conservación del Ambiente y Perspectivas para el Enriquecimiento de la Calidad Turística obtenida por los Buzos Visitantes a los Arrecifes de Coral de Cozumel, Quintana Roo mediante el Establecimiento de Arrecifes Artificiales frente a la Zona Costera conocida como Playa Villa Blanca en Cozumel Quintana Roo”⁸.

⁸ Qualti S.A. de C.V. 2011. Conservación del Ambiente y Perspectivas para el Enriquecimiento de la Calidad Turística obtenida por los Buzos Visitantes a los Arrecifes de Coral de Cozumel, Quintana Roo mediante el Establecimiento de Arrecifes Artificiales frente a la Zona Costera conocida como Playa Villa Blanca en Cozumel Quintana Roo. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Número de referencia 23QR2011TD083.

Respecto al vivero de coral, para la instalación de las estructuras de soporte para los corales, se seguirá la metodología señalada en el documento “Restauración y manejo de sitios arrecifales impactados por fenómenos naturales y antrópicos en el Parque Nacional Arrecifes Alacranes”⁹ y el documento “*Caribbean Acropora, Restoration Guide*”¹⁰.

Previo a la instalación de los hábitats artificiales y el vivero de coral, se realizará un buceo de reconocimiento para delimitar y señalar con boyas las áreas apropiadas para la instalación de la infraestructura, para ello se considerarán elementos como: nivel de protección contra disturbios, competidores y depredadores, condiciones ambientales (disponibilidad de luz, temperatura del agua, movimiento del agua, salinidad, sedimentación, turbidez y profundidad), tipo de fondo, accesibilidad y actividades humanas. De igual manera, esta prospección del área marina servirá para que el equipo de especialista en manejo de fauna marina lleve a cabo las actividades de rescate de especies bentónicas y/o de poca movilidad, con énfasis en las registradas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, para realizar su traslado a un área ecológicamente similar y cercana dentro del Sistema Ambiental Regional.

El proyecto ejecutivo final para estas obras, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas, como el número de estructuras y la ubicación exacta para cada una de ellas, se presentará para validación de la autoridad una vez que se realice la contratación del servicio con la empresa correspondiente.

- Limpieza general

Una vez concluidas las obras se realizarán los trabajos de limpieza general en donde se deberán retirar todas las cortinas antidispersión de sedimentos de las zonas de bombeo y se asegurará que ninguna sufrió un desgarro o rompimiento para evitar residuos plásticos en el fondo del mar. De igual manera se deberá retirar todos los anclajes y boyas en la zona. Así mismo retirará la maquinaria pesada revisando que no hubiere fugas de hidrocarburos, en caso de ser así, se removerá por completo la zona arenosa afectada y a los residuos peligrosos generados, así como a los residuos sólidos urbanos que sean generados, se les dará disposición final de acuerdo al Programa de Manejo Integral de Residuos establecido para el Proyecto (Capítulo 6).

Posterior a los trabajos de limpieza en la playa se procederá con la colocación de los captadores pasivos, estos serán colocados paralelos unos a otros y orientados perpendicular a los vientos dominantes, para obtener una mayor eficiencia en la acumulación de arena¹¹. Esta acción contará con monitoreo continuo para detectar las necesidades de mantenimiento. Adicionalmente se delimitarán, con rocas u otros ornamentos no contaminantes, caminos peatonales para el acceso y tránsito en la playa, minimizando la alteración de las zonas de actuación.

⁹ Centro de investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Parque Nacional Arrecifes Alacranes, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Laboratorio de Ecología de Ecosistemas de Arrecifes Coralinos. Restauración y manejo de sitios arrecifales impactados por fenómenos naturales y antrópicos en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PROCER/PNAA/02/2015). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/308874895_Restauracion_y_manejo_de_sitios_arrecifales_impactados_por_fenomenos_naturales_y_antropicos_en_el_Parque_Nacional_Arrecife_Alacranes.

¹⁰ Johnson, M., et al. 2011. Caribbean Acropora, Restoration Guide. Best Practices for Propagation and Population Enhancement. https://www.researchgate.net/publication/289540459_Caribbean_Acropora_Restoration_Guide_Best_Practices_for_Propagation_and_Population_Enhancement.

¹¹ Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. Comisión Nacional Forestal.

- Procedimientos de seguridad

Para llevar a cabo los trabajos descritos anteriormente, y los que se prevén para la Fase II se observarán las siguientes prácticas:

1. Los trabajos de colocación elementos prefabricados, solo se deberán realizar con oleaje menor a 0.3 m, para las maniobras de navegación hasta 0.45 m o en ambos trabajos en condiciones en las que el contratista pueda tener controlada la situación y demuestre expertise, 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, 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 obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la Capitanía de Puerto local.
2. En caso de pronosticarse oleaje alto del sureste, cerrarse el puerto a la navegación o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones de apoyo serán llevadas a Playa del Carmen, Puerto Morelos, Cozumel u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.
3. Cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones deberán ser realizadas por el contratista fuera del área de construcción de rompeolas, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en alguna marina de Playa del Carmen o Cozumel.
4. Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir es 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 empaacan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones, son distribuidos por CHEMPTEX, entre otras compañías, el peso por bolsa es de 42 lb (18.9 kg) y pueden usarse para responder a derramamientos 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 autorizado¹².

¹² <http://www.chemtexinc.com/hazmat-pads-rolls/hazmat-absorbents-b8-h.html>

5. Las tuberías flexibles de polipropileno, las mangueras, uniones y conexiones usadas durante la extracción y bombeo hacia la costa de la arena, son de uso rudo y fueron diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión, también 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 1) detener la bomba, 2) cambiar la manguera o tubo en el sitio y 3) reanudar el bombeo.
6. Ya que se tienen las mallas anti dispersión armadas y en su lugar para evitar que los sedimentos viajen descontrolados, no será necesaria ninguna otra acción, los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad, la arena en sí no es ningún elemento exótico ni representa un riesgo para ecosistema.
7. Se verificará, antes de iniciar las actividades que las mallas geotextiles estén completas y en óptimas condiciones, con lastres a cada 20 m para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil a cada 20 m coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Se unirán varias mallas suturando una con otra, dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas.

2.4.4.2. Fase II

Al cabo de un año (1 año) tras una serie de monitoreos de la dinámica costera, inmediatos a la finalización de la construcción de la Fase I, se evaluará la construcción de la Fase II, que contempla la construcción de una extensión al Rompeolas 1, la colocación de arrecifes disipadores al sur del Rompeolas 3 y la conformación y estructuración de una duna artificial.

De ser necesaria la implementación de la Fase II, a continuación, se presentan los procesos y pasos constructivos a seguir. Para los arrecifes disipadores, al igual que los hábitats artificiales, en su momento se presentará para validación de la autoridad ambiental, el proyecto ejecutivo final para estas obras, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas, como número de estructuras, ubicación exacta de cada una de ellas, tipo de anclaje, etc.

2.4.4.2.1. Etapa de Preparación

- Preliminares

Como primer paso se llevará a cabo el proceso de fabricación, por parte del proveedor, de los elementos prefabricados.

- Instalación de obras provisionales

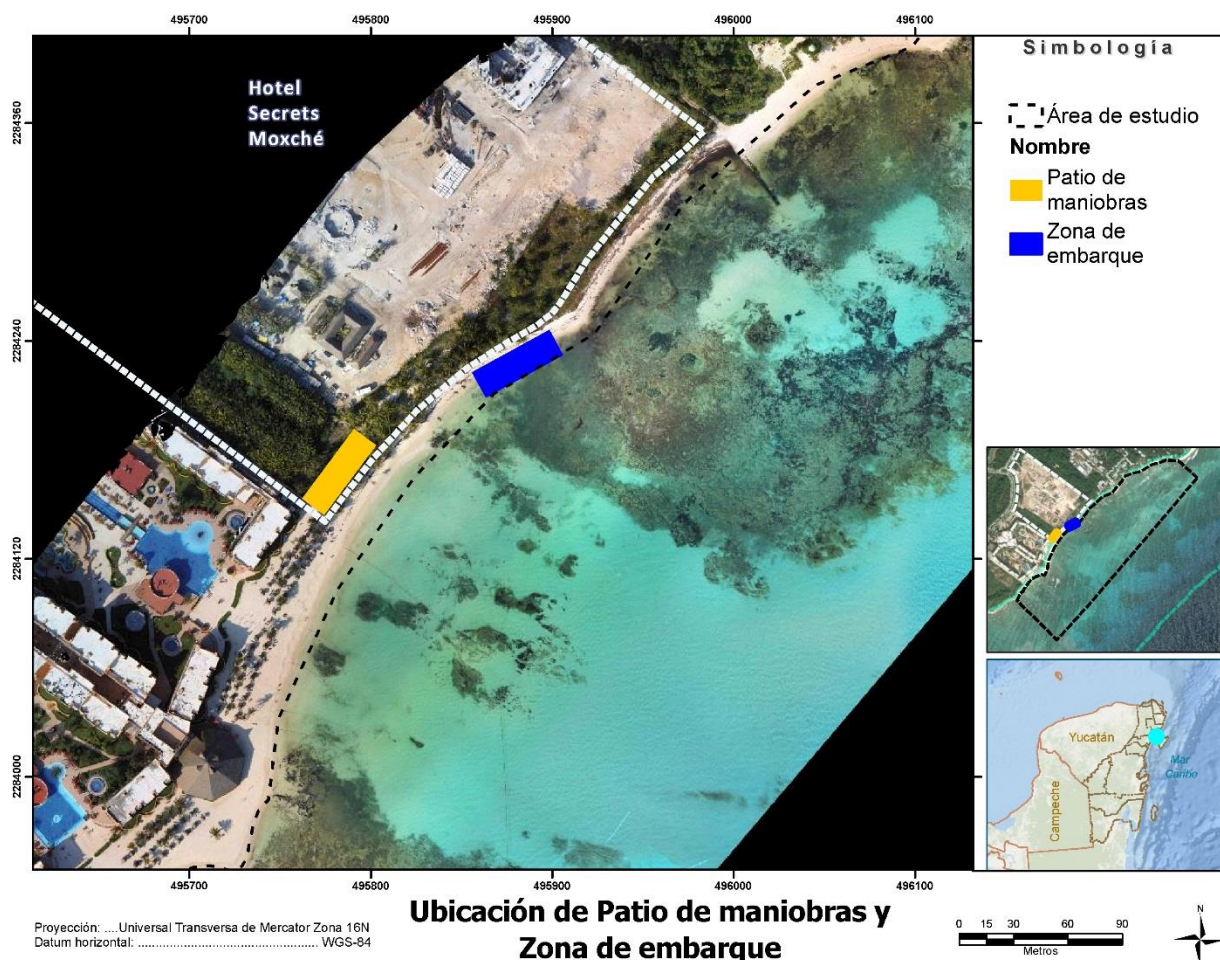
Antes de dar inicio a cualquier actividad se instalarán los sanitarios portátiles y se colocarán contenedores para los residuos debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo al tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial). Para el abastecimiento de agua potable, drenaje, telecomunicaciones, luz y recolección de residuos se hará uso de las instalaciones y servicios con las que cuenta el hotel Secrets Moxche, autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficio número 04/SGA/0900/13.

- Preparación de caminos de acceso, patio de maniobras y zona de embarque

Se preparará un área para recibir y almacenar los elementos prefabricados, esta deberá tener fácil acceso desde la carretera federal hasta la costa. El transporte de las piezas se hará mediante el uso de camionetas, camiones de cama plana de 5 toneladas o mayor según corresponda, dos grúas con orugas de 20 toneladas o mayor y herramienta utilizada para el transporte y manipulación de elementos de concreto.

Se han designado dos áreas de trabajo, una dentro del hotel Secrets Moxche, denominada patio de maniobras (PM) de 730 m² (Figura 2. 51), desde donde se podrán realizar los movimientos y almacenaje de los elementos prefabricados, en esta área serán entregadas la piezas terminadas y limpias para su colocación. La segunda llamada zona de embarque (ZE) (Figura 2. 51) se ubicará en la ZOFEMAT y área marina frente al desarrollo turístico, en una superficie de 730 m², siendo desde esta área donde se hará la carga de los cubos sobre las barcasas o chalanes, con el uso de una grúa de oruga. Esta zona deberá ser preparada para facilitar el tránsito de la maquina hasta donde esté anclada la plataforma, a una profundidad segura que será aproximadamente de 1 m, para evitar que la plataforma se quede varada con el peso de los elementos.

Figura 2. 51. Patio de maniobras y zona de embarque.



- Preparación de la maquinaria

Se deberá preparar en el PM, la maquinaria necesaria para los trabajos, tales como grúas de 20 toneladas o mayor, con orugas, una excavadora CAT 320 y camiones de cama plana; para las maniobras en el agua, se usarán 2 chalanes de hasta 100 toneladas, dos embarcaciones de apoyo, uno especial para remolcar las barcasas cargadas y para el dragado, un tractor CAT D6 para el acomodo de arena, generadores de corriente de 400 v para suministrar energía a la herramienta menor, la bomba sumergible e iluminación (de ser necesaria). Además de una bomba dosificadora de mortero para el colchacreto. Los equipos deberán contar con su equipo y herramienta antiderrames con el fin de estar preparados en caso de presentarse algún derrame de hidrocarburos.

- Transporte de elementos prefabricados y arrecifes disipadores

Los elementos prefabricados y arrecifes disipadores serán transportados desde el sitio de fabricación (fuera de la propiedad), hasta el PM, mediante camiones de plataforma o camionetas, según el tipo de camino y facilidad de acceso. Es importante mencionar, que cada elemento será lavado previamente con agua para retirar residuos producto de su fabricación, el agua usada puede ser dispuesta en el drenaje.

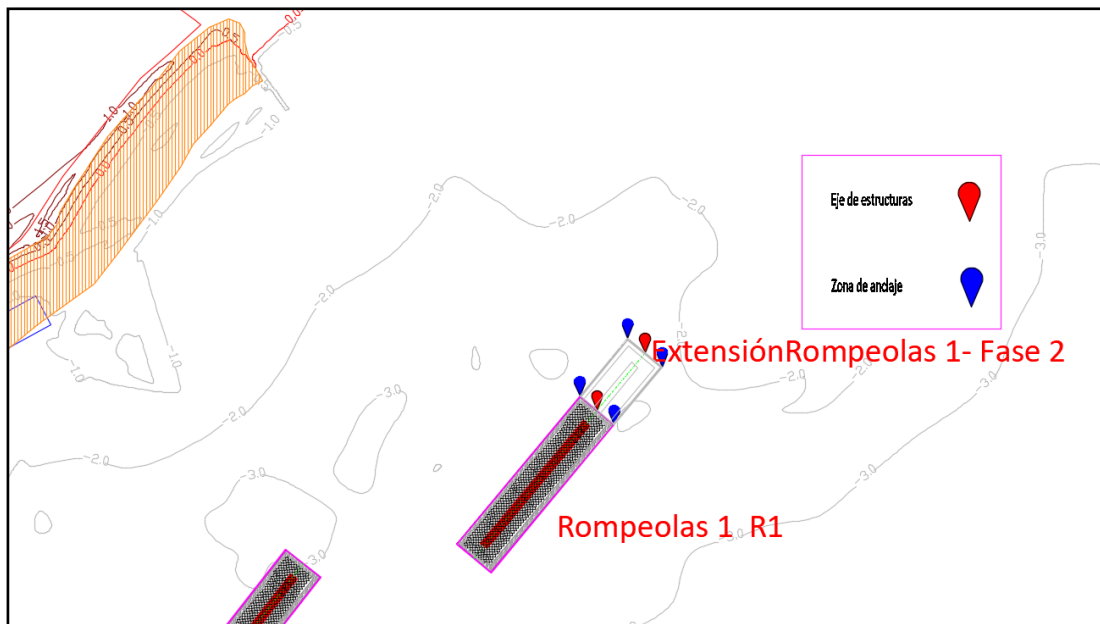
2.4.4.2.2. Etapa de Construcción

- Trazo del eje del rompeolas R1 y zonas de anclaje

Usando GPS de alta precisión, una embarcación y equipo de buceo autónomo, se colocarán lastres o muertos, en los vértices de las estructuras y el eje de desplante de la extensión del Rompeolas 1 (Figura 2. 52), en estos se fijarán boyas pequeñas para su señalización, posteriormente un buzo atará un cabo en cada vértice, para delimitar el eje exacto de desplante. Los muertos se harán con cubos de concreto que pueden ser llevados en una embarcación de bajo calado.

Al mismo tiempo se definirá la zona de anclaje (Figura 2. 52), que es el área en donde estarán ubicados los lastres de los cuales será anclado el chalán, y permanecerá fijo durante las maniobras de colocación. Esta zona es importante que esté delimitada debido a que los muertos utilizados tendrán que ser removidos posterior a los trabajos de construcción de los rompeolas.

Figura 2. 52. Trazo de rompeolas R1 (Fase II) y zona de anclaje.



Para los arrecifes disipadores será necesario que la posición final de cada elemento se ubique dentro del polígono designado para tal fin, el cual se localiza al sur del Rompeolas 3, de ser posible con equipo topográfico y en el punto propuesto por el especialista según proyecto se determinará la ubicación del punto.

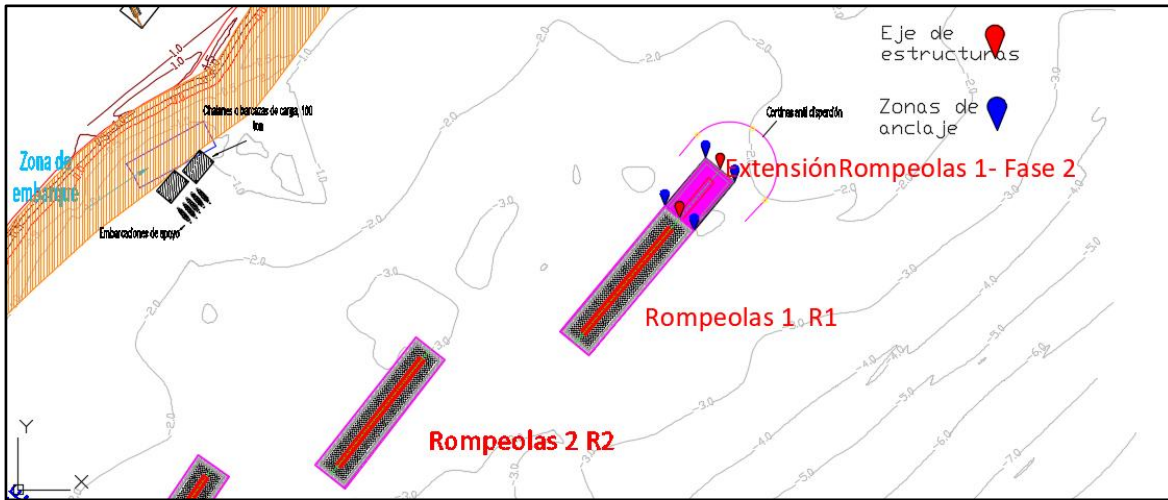
- Colocación de cortina antidispersión

Para evitar cualquier posible incidente de dispersión de sedimentos en suspensión, a partir de este momento se deberán colocar la cortina antidispersión (Figura 2. 53).

- Colocación de tapete anisocavación

Se deberá extender el tapete antisocavación tipo Pavitex o similar con asas de amarre, con su respectivo tubo de lastre costurado, el cual se llenará de arena mediante el uso de bombas sumergibles que bombearán arena desde la costa hasta llegar a su grosor de diseño (Figura 2. 53).

Figura 2. 53. Maniobra para la colocación del tapete antisocavación y cortina antidispersión.



- Colocación de colchacreto

Se deberá suministrar el elemento tipo colchacreto, construido a base de geotextil de 10 cm de espesor. El cual se procederá a colocar sobre el tapete antisocavación bien extendido. Posteriormente mediante el uso de una dosificadora de concreto, se elaborará un mortero de una resistencia de 100 kg/m². El material será bombeado desde la dosificadora a través de una manguera flexible de alta resistencia desde tierra hasta el puerto de llenado del colchacreto (Figura 2. 54 y Figura 2. 55).

Figura 2. 54. Maniobra para suministro y bombeo de mortero para colchacretos.

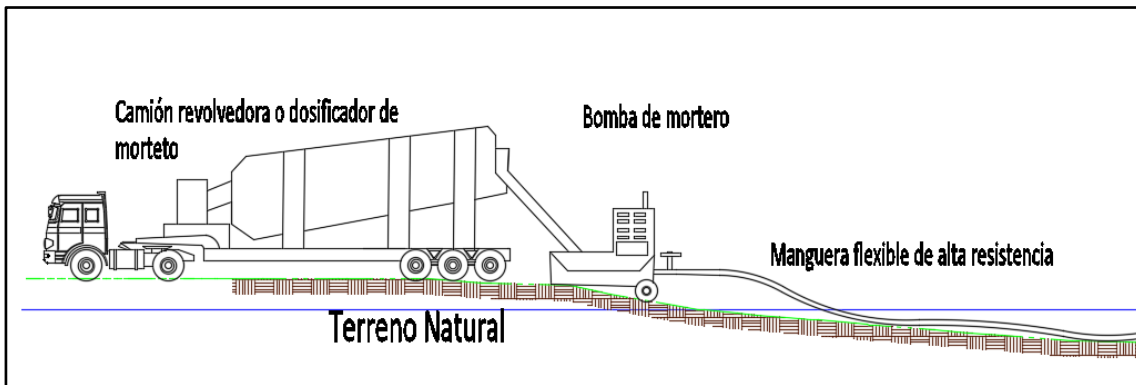
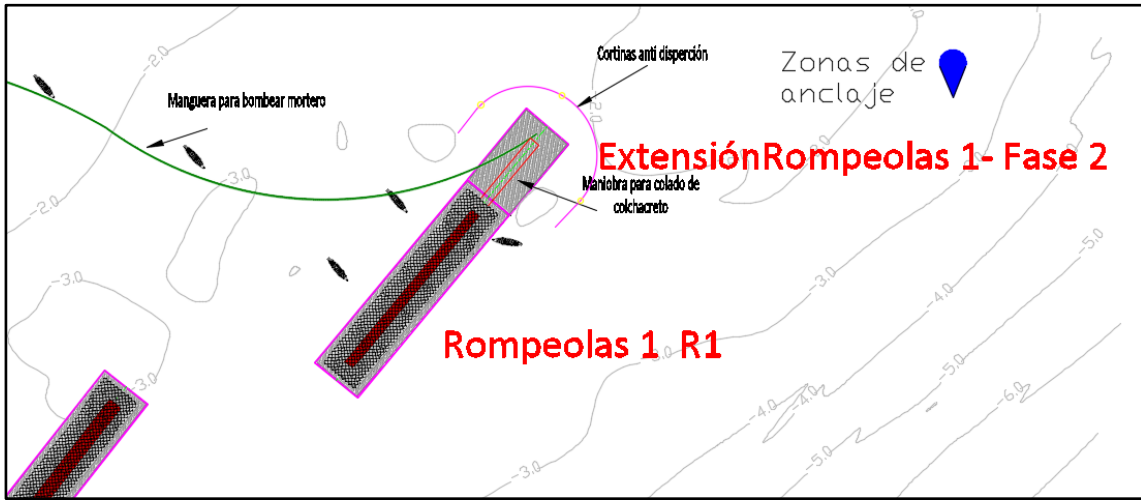


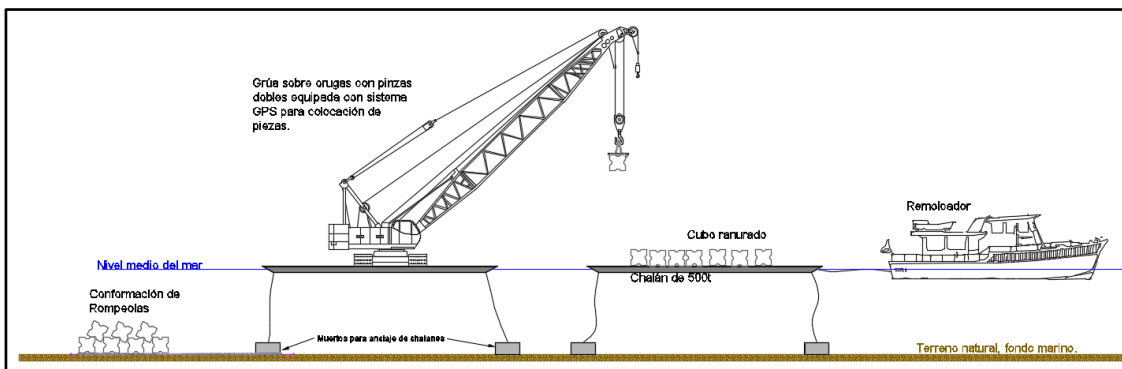
Figura 2. 55. Maniobra para colado de colchacreto.



- Construcción de la extensión del Rompeolas 1

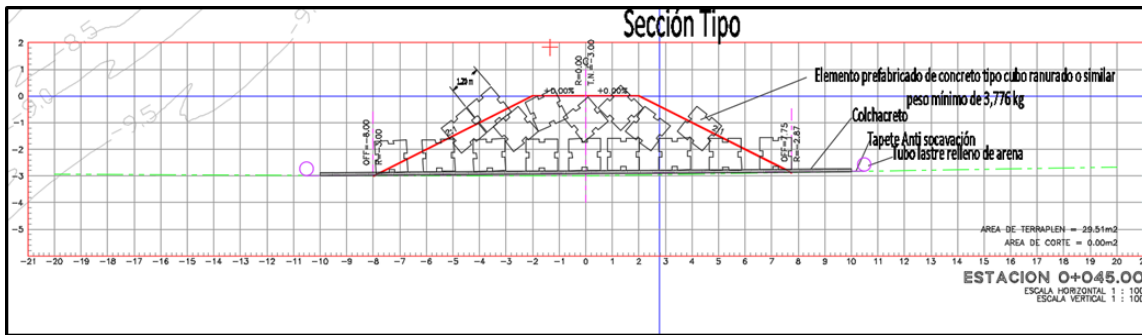
Una vez señalizados los puntos, tanto del eje de desplante, como el polígono de anclaje, se iniciará con la colocación de las piezas para conformación de las estructuras sobre el colchacreto. La grúa de orugas cargará una a una cada pieza sobre el chalán, los chalanes tienen una gran flotabilidad y estabilidad, son capaces de cargar varias toneladas y hundirse unos cuantos centímetros. El chalán será remolcado hasta la zona de anclaje con ayuda de una embarcación de apoyo, donde ya debe estar lista la otra grúa, montada sobre el otro chalán, bien anclado al fondo para no tener complicaciones con el movimiento del oleaje. Con la misma dinámica, la grúa irá acomodando cada elemento en su posición hasta alcanzar las dimensiones del proyecto, largo, alto, ancho y taludes. Para la conformación del Rompeolas 1 será necesario el acomodo de piezas en camas, hasta alcanzar el nivel de corona a los 0.00 m o NMM, de tal manera que corresponda con la elevación de corona del Rompeolas 1 en su primera fase (Figura 2. 56).

Figura 2. 56. Esquema de la construcción de rompeolas con el uso de chalanes y grúas.



El acomodo es aleatorio, es decir los cubos o piezas que se usen no se acomodan cara con cara, sino de forma aleatoria, en desorden ya que esta porosidad formada entre piezas es ideal para disipar la energía del oleaje de la mejor manera, por lo que será difícil cumplir exactamente con la altura de cero metros sobre el nivel medio del mar. Para lo cual se ha elegido una tolerancia de +0.4 m, es decir, la cota mínima es de cero metros o nivel medio del mar, pero puede superar este nivel hasta 40 cm (Figura 2. 57).

Figura 2. 57. Sección transversal de la extensión del Rompeolas 1.

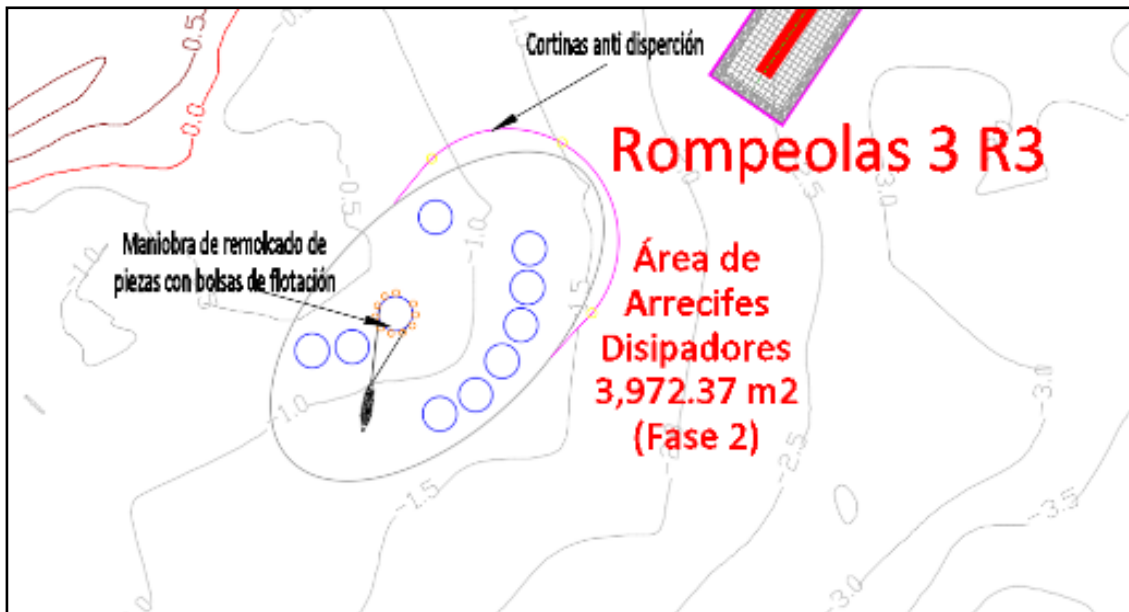


Debido a la altura de diseño de corona se requiere colocar las piezas con grúa desde un chalán (también llamados flexiboats). La colocación como se puede observar en la Figura 2. 57 requiere que las piezas se traben unas con otras ya que estas piezas trabajan por gravedad individualmente y por trabazón con las demás. Los elementos prefabricados 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. Al terminar la extensión del Rompeolas 1 en su totalidad se habrán colocado aproximadamente 486 piezas.

- Instalación de arrecifes disipadores

Los arrecifes disipadores serán elementos precolados sólidos o con cierta porosidad y pueden ser tipo WAD (*Wave Attenuation Device*) o reef ball o similar, su peso mínimo será de 3,777 kg, tal como los elementos prefabricados de los rompeolas, la disposición de ellos será dentro del área previamente establecida de 3,978.92 m². Los elementos serán puestos en el agua con apoyo de la maquinaria tipo grúa, al cual se le colocarán suficientes bolsas de flotación (lift bags); básicamente es una bolsa de alta resistencia llena de aire provisto de un compresor en tierra a través de una manguera comúnmente utilizadas en el buceo. Una vez sujetadas las bolsas de flotación a la pieza, esta misma se remolcará con apoyo de una embarcación al punto de colocación. Ya posicionados se dejará escapar el aire dentro de las bolsas de flotación lo cual permitirá que el arrecife disipador se siente en el terreno natural. Deberán estar anclados al fondo, usando para ello un martillo hidroneumático.

Figura 2. 58. Maniobra para el posicionamiento de arrecifes disipadores mediante embarcaciones de apoyo y bolsas de flotación.



El diseño exacto del proyecto ejecutivo final para estas obras, se presentará en su momento a la autoridad ambiental para su validación, en éste se describirán a detalle las acciones técnicas, como número de estructuras, ubicación exacta de cada una de ellas, tipo de anclaje. El proyecto ejecutivo final dependerá de los resultados obtenidos durante el monitoreo de la dinámica costera.

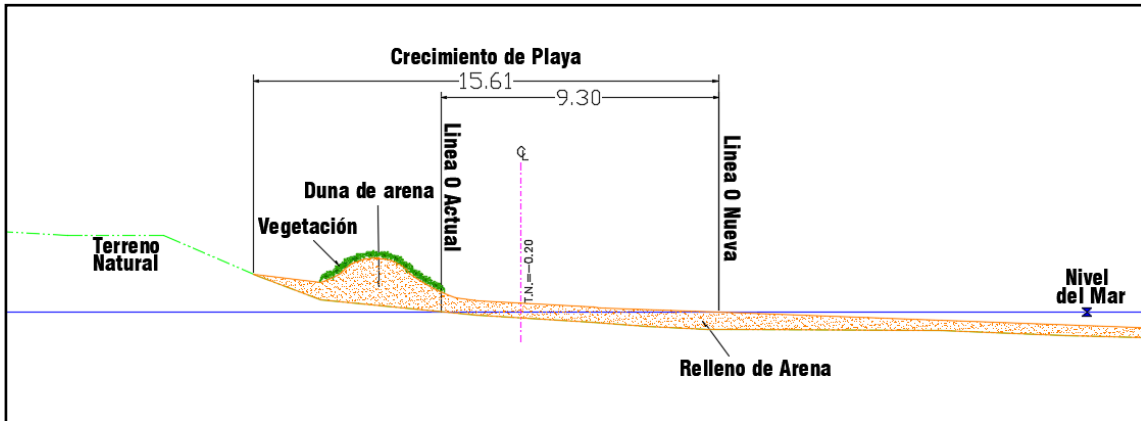
- Duna de arena no estructurada

Se sugiere la construcción de una duna de arena no estructurada, posiblemente a base de un núcleo de roca, recubierta de arena del sitio y reforestada con vegetación endémica. Para este apartado vuelve a ser fundamental que una vez terminados los trabajos de la Fase I se inicien con el monitoreo de la dinámica costera, para definir las dimensiones y posición de la duna.

Será necesaria la toma de arena del banco marino en su punto más próximo a la costa mediante el uso de bombas sumergibles por el bajo volumen de arena aproximadamente 2,000 m³ que representaría la construcción de la duna por lo que sería inviable realizar la maniobra con una draga de succión autopropulsada. El material se verterá en una tarquina de arena a través de mangueras formada con la misma arena del sitio y rodeada de cortinas antidispersión de sedimentos para permitir el flujo del agua y la permanencia de los sedimentos dentro; una vez escurrido el material se procederá a dar forma a la duna según el diseño que se determine en ese momento.

Para generar una mayor estabilidad de la duna arenosa será indispensable la reforestación con vegetación endémica del sitio, facilitando así su crecimiento y aportando mayor estabilidad a la duna. En la imagen de la Figura 2. 59 se muestra un esquema tipo.

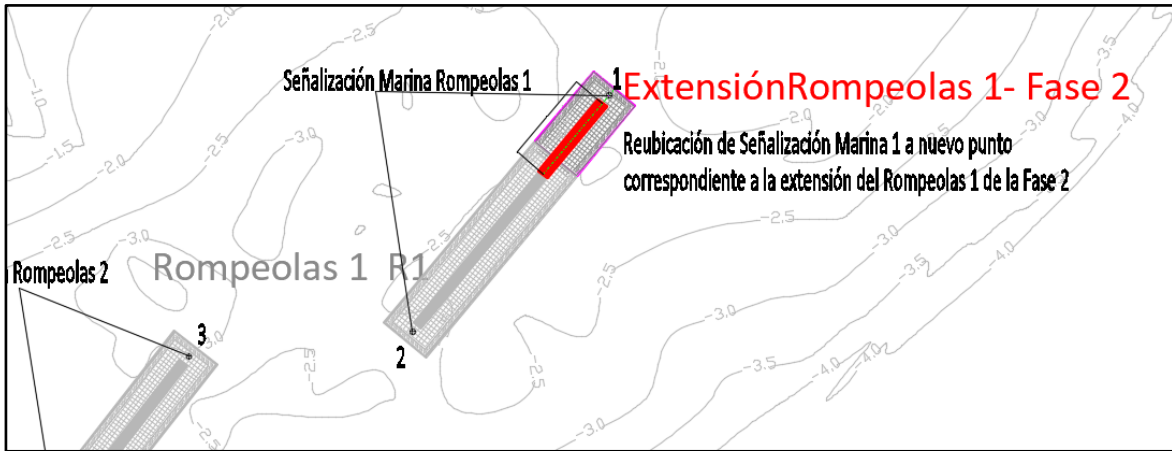
Figura 2. 59. Esquema tipo de un elemento de duna formada con arena y reforestada con vegetación nativa.



- Señalización marina

Puesto que las estructuras se prevé que estén a nivel medio del mar es posible que no sean visibles para los navegantes de la zona, por lo tanto, será necesario colocar señalización marina permanentes a los externos de los rompeolas. En este caso únicamente será necesario reubicar la señalización marina instalada en el Rompeolas 1 (Figura 2. 60).

Figura 2. 60. Vista en planta de la reubicación de la señalización marina del Rompeolas 1.



- Limpieza general

Una vez concluidas las obras se realizarán los trabajos de limpieza general en donde se deberán retirar todas las cortinas antidispersión de sedimentos de las zonas de bombeo y se asegurará que ninguna sufrió un desgarro o rompimiento para evitar residuos plásticos en el fondo del mar. De igual manera se deberá retirar todos los anclajes y boyas en la zona. Así mismo retirará la maquinaria pesada revisando que no hubiere fugas de hidrocarburos, en caso de ser así, se removerá por completo la zona arenosa afectada y a los residuos peligrosos generados, así como a los residuos sólidos urbanos que sean generados, se les dará disposición final de acuerdo al Programa de Manejo Integral de Residuos establecido para el Proyecto (Capítulo 6).

2.4.4.3. Fase I y II

2.4.4.3.1. Etapa de Operación y Mantenimiento

Una vez realizadas las obras (rompeolas, relleno de playa e instalación de hábitats artificiales y vivero de coral), se requerirá de un monitoreo periódico para asegurar la funcionalidad y permanencia a largo plazo de las estructuras marinas de protección costera y de los hábitats artificiales, las condiciones de la playa y del ambiente marino, es por ello que se solicita una temporalidad para la operación de 90 años. Dichos monitoreos, que se describen a detalle en el Capítulo 6 de este manifiesto, podrán contemplar de manera enunciativa más no limitativa algunos de los siguientes conceptos:

- Monitoreo de la dinámica costera.
- Monitoreo en la sección de diseño de las estructuras marinas de protección costera (rompeolas) y de la playa.
- Monitoreo de biota marina.
- Monitoreo del proceso de colonización de los hábitats artificiales.

Derivado de las actividades de monitoreo, se determinará cuando realizar actividades de mantenimiento según se requiera, es decir, reacomodar las piezas movidas de los rompeolas o reacomodo o inyección de la arena en el área de relleno, después del paso de un evento climático estacional o extraordinario, como una tormenta o huracán.

2.4.4.3.2. Etapa de Abandono

La vida útil del Proyecto se estima de 90 años, por lo que, al llegar el momento del desmantelamiento, se seguirá la normatividad oficial aplicable para este fin. Asimismo, se enfatiza que el diseño del proyecto contempla una adaptabilidad a las condiciones del medio, por lo que el periodo de vida útil podría ampliarse.

2.4.5. Insumos

2.4.5.1. Personal

En total, para el desarrollo del Proyecto se requerirá de 67 personas, 35 en la Fase I y 30 en la Fase II, las cuales estarán llevando a cabo las actividades que se enlistan en la Tabla 2. 28. De ningún modo, estas personas se encontrarán en el predio de manera simultánea.

Tabla 2. 28. Personal requerido para el desarrollo del Proyecto. P = preparación, C = construcción, OyM = Operación y Mantenimiento.

Actividad	Cantidad		Etapa		
	Fase I	Fase II	P	C	OyM
Choferes de camiones	2	2	X	X	----
Cuadrilla de apoyo en tierra	4	4	----	X	----
Operadores de maquinaria pesada (tractor, excavadora, grúa)	4	4	----	X	----
Cuadrilla de buzos	5	5	X	X	X
Cuadrilla de topografía	3	3	----	X	----
Cuadrilla de forestación	2	5	----	X	----
Tripulación de la draga	10	0	----	X	----
Tripulación embarcaciones de apoyo	6	6	X	X	X
Supervisión	1	1	X	X	X
Total	37	30	----	----	----

2.4.5.2. Material y Equipo

Durante el desarrollo del Proyecto se requerirá de maquinaria y equipo como tractor, excavadoras, embarcaciones, etc. Esta maquinaria y equipo requerido se presentan a continuación.

Fase I y Fase II

2.4.5.2.1. Preparación

- 2 camiones de cama plana de 5 toneladas.
- 2 grúas con orugas de 20 toneladas.

2.4.5.2.2. Construcción

- GPS de alta precisión y equipo de buceo autónomo.
- 2 grúas con oruga de 20 toneladas.
- 2 camiones de cama plana de 5 toneladas.
- 2 chalanes de hasta 100 toneladas.
- 1 tractor frontal CAT D6 o similar o mayor.
- 1 generador de corriente de 400 v.
- 1 bomba dosificadora de mortero.
- 1 draga de tolva.
- 1 excavadora CAT 320 o similar.
- 1 bomba sumergible para relleno de tapete antisocavación.

- 3 bombas sumergibles para bombeo de arena
- 1 camión dosificador de mortero.
- Tubería para vertimiento de arena, de acero al alto carbón, o polipropileno de alta densidad.
- Flotadores y anclas para tuberías.
- 2 embarcaciones de apoyo y remolcador.
- Equipo y herramienta antiderrames de hidrocarburos.

Materiales:

- Elementos prefabricados de concreto, tapetes anisocavación y colchacreto.
- Estructuras para arrecifes artificiales, hábitats artificiales y vivero de coral.
- Anclas y boyas para señalización.
- Lastres o muertos.
- Manguera flexible de alta resistencia para uso de la bomba dosificadora de mortero.
- 3 cortinas antidispersión de sedimentos de 20 m de longitud.
- Señalización: Señalización marina acorde con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para protección de las estructuras y embarcaciones.
- Herramienta menor: equipo de seguridad, señalización de apoyo, chaleco salvavidas y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.
- La arena para el relleno de la playa deberá ser del banco marino autorizado.

2.4.5.2.3. Operación y Mantenimiento

Como ya se mencionó con anterioridad, derivado de las actividades de monitoreo, se determinará cuando realizar actividades de mantenimiento según se requiera, es decir, reacomodar las piezas movidas de los rompeolas o reacomodo o inyección de la arena en el área de relleno.

De igual manera, a futuro, los rompeolas pueden ser modificados para ser adaptados en caso de que se decida que la protección ya no es la suficiente, aún con la implementación de la Fase II. Lo anterior se logrará agregando piezas extras a la coraza en la corona. Estas piezas pueden ser de elementos precolados y colocados con un método similar al que se describió en el proceso constructivo.

2.4.5.3. Combustible

En la Tabla 2. 29 se enlista el equipo o maquinaria que consume diésel, y que será usada en el desarrollo del Proyecto, así como su consumo estimado por hora y por mes. El abastecimiento de combustible para el equipo y la maquinaria se llevará a cabo, preferentemente, en las gasolineras cercanas al Proyecto, sin embargo, también se prevé el almacenamiento de combustible en el hotel Secrets Moxche.

Tabla 2. 29. Consumo de combustible estimado para el proyecto.

Número	Maquina	Fase I		Fase II	
		L/hr	L/mes	L/hr	L/mes
2	Grúas de 20 toneladas	37	7104	37	7104
2	Camiones de cama plana de 5 toneladas	12	2304	12	2304
2	Embarcaciones de apoyo y remolcador	7.2	1382.4	7.2	1382.4
1	Excavadora CAT 320	18.5	3552	18.5	3552
1	Tractor CAT D6	10.5	2016	10.5	2016
1	Camión dosificador de mortero	6	1152	0	0
Total		91.2	17510.4	85.2	16358.4

2.4.5.4. Energía

Las únicas fuentes de consumo de energía eléctrica serán la bomba sumergible, que se usará para suministrar energía a la herramienta menor y para la extracción de arena y la bomba dosificadora de mortero para el colchaceto, su abastecimiento se realizará mediante el uso de un generador de corriente.

2.4.5.5. Agua

Por la naturaleza del Proyecto, no se requerirá conexión a la red de agua municipal ni se descargarán aguas residuales. Durante el desarrollo del Proyecto los empleados utilizarán servicios sanitarios portátiles, el manejo de los residuos generados quedará a cargo de la empresa especializada y acreditada que sea contratada.

Para el consumo de agua del personal, se comprarán garrafones de agua potable. Mientras que, para el enjuague de la maquinaria se comprará una pipa de agua cruda.

Tabla 2. 30. Consumo de agua estimado para el desarrollo del Proyecto.

Fases	Número	Personal	L/día/persona	L/mes
Fase I	35	Personal	20	19,600
	1	Enjuague de maquinaria	100	2,800
Fase II	30	Personal	20	16,800
	1	Enjuague de maquinaria	100	2,800
Total				42,000

2.4.6. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

2.4.6.1. Generación, Manejo y Disposición de Residuos

Durante las diferentes etapas del proyecto, principalmente durante las etapas de preparación y construcción, se generarán y seguirán los siguientes procedimientos para la disposición, tratamiento y/o destino final de los residuos generados:

Emisiones Atmosféricas

Las actividades para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto requieren de la operación de maquinaria pesada (draga, grúas, etc.) y equipo de construcción (tractores, retroexcavadoras) que consumen gasolina o diésel para su funcionamiento, la cual generará emisiones a la atmósfera como gases de combustión (ej. bióxido de carbono). Así mismo, por la operación de dicha maquinaria y tránsito vehicular se generarán altos niveles sonoros.

Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria, serán emitidos directamente a la atmósfera, por lo que se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de los vientos dominantes provenientes del mar.

Todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

Residuos Líquidos

Durante estas etapas serán generados residuos líquidos derivados del uso de las letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 10 personas), cuya producción de residuos líquidos será variable y directamente relacionada con el número de trabajadores presentes en el sitio del Proyecto. El manejo de los residuos generados por su uso, los realizará una empresa especializada y acredita por las autoridades competentes.

Residuos Peligrosos

El combustible y el aceite, que utilice la maquinaria pesada, draga y embarcaciones de apoyo, será cargado en el puerto de Calica. El manejo de dichas sustancias que de manera accidental puedan derramarse o gotear al suelo, serán contenidas y separadas de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados y dispuestos a una empresa autorizada. El manifiesto de generación de residuos peligrosos será proporcionado al equipo de supervisión ambiental del proyecto para su incorporación en el informe que se entregará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o cualquier otra autoridad estatal o municipal si es requerido.

Residuos Sólidos

En relación con este tipo de residuos será generada basura doméstica proveniente del uso y consumo de los víveres del personal contratado constituidos principalmente de restos de alimentos, envolturas de celofán, plástico y cartón, recipientes o envases de cartón, cristal, aluminio o latas.

Para recolectar los residuos sólidos se colocarán varios contenedores de basura distribuidos estratégicamente en diversas áreas del Proyecto, cercanas a los frentes de trabajo. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados. El manejo de residuos y su disposición final se realizará acorde con la legislación oficial aplicable.

Los sedimentos que se generen con la succión de la arena se controlarán utilizando cortinas antidispersión de sedimentos que tendrán flotadores en la superficie y lastre en el fondo para extenderlas y retener los sedimentos en la zona. Es importante notar que los geotextiles en los sitios de descarga son una medida preventiva, ya que los sedimentos no son elementos exóticos o contaminantes que amenacen la vida marina.

En el proceso de inyección de arena también se usarán cortinas antidispersión para evitar que los sedimentos se alejen del sitio sin embargo no se generarán o se dejarán residuos extraños o tóxicos.

Toda la tubería colocada, muertos, boyas y cabos para el bombeo y rebombeo de la arena de la draga a la playa serán retirados por completo y dependiendo de su estado se determinará su disposición final. Las varillas y boyas que se usarán para marcar el eje de desplante de las protecciones marinas serán retiradas del sitio.

2.4.6.2. Generación de Gases de Efecto Invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la generación de gases de efecto invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser directa e indirecta. En Tabla 2. 31 se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla 2. 31. Generación de GEI por el Proyecto. GEI-D: Gases de Efecto Invernadero generados de forma Directa. GEI-I: Gases de Efecto Invernadero generados de forma Indirecta.

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
Directo	Se deberán a la combustión de los combustibles (diésel) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para los preparativos generales y traslado de los materiales.	Combustión del combustible (diésel) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.	No se contempla
GEI-D	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	
Indirecto	No se contempla	Consumo de energía eléctrica utilizada para la alimentación de la bomba sumergible y bomba dosificadora, obtenida de un generador de corriente.	No se contempla
GEI-I		CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO₂ equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación y construcción, se aplicó la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que Establece las Particularidades Técnicas y las Fórmulas para la Aplicación de Metodologías para el Cálculo de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
E_{CH4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E_{N2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m ³]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m ³]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Artículo 6to., Fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2. 32. Las emisiones por consumo de energía eléctrica no fueron consideradas debido a que los requerimientos de energía se realizarán a través de un generador de corriente.

Tabla 2. 32. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2. 33 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla 2. 33. Estimación de la generación de gases de efecto invernadero por etapa del Proyecto, para la Fase I y Fase II.

Etapa de Preparación del Sitio					
Combustible	Consumo (L/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	2697	15.24	0	0	15.47
Etapa de Construcción					
Combustible	Consumo (L/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	302515	854.43	0.04	0.04	867.60
Etapa de Operación					
Sin emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)					

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	3
3.1. Introducción.....	3
3.2. Antecedentes	3
3.3. Información General del Proyecto.....	4
3.4. Vinculación del Proyecto con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables.....	7
3.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	7
3.4.2. Tratados Internacionales	9
3.4.3. Leyes Generales y Federales.....	12
3.4.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	12
3.4.3.2. Ley General de Vida Silvestre	16
3.4.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.....	18
3.4.3.4. Ley de Aguas Nacionales	19
3.4.3.5. Ley General de Bienes Nacionales	20
3.4.3.6. Ley General de Cambio Climático	21
3.4.3.7. Ley de Puertos	22
3.4.3.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	23
3.4.3.9. Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas	24
3.4.4. Reglamentos de Leyes	24
3.4.4.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental	25
3.4.4.2. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos	26
3.4.4.3. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.....	28
3.4.5. Leyes y Reglamentos Estatales	29
3.4.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Quintana Roo.....	29
3.4.5.2. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo	29
3.4.6. Planes y Programas Sectoriales y de Desarrollo	31
3.4.6.1. Plan Nacional de Desarrollo	31
3.4.6.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales	32
3.4.6.3. Programa Sectorial de Turismo	33
3.4.6.4. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo.....	33
3.4.6.5. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo.....	34
3.4.7. Áreas Naturales Protegidas.....	35
3.4.7.1. Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y Programa de Manejo	37
3.4.8. Instrumentos de Ordenamiento Territorial.....	42

3.4.8.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	42
3.4.8.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Mario y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	47
3.4.8.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum	81
3.4.8.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.....	82
3.4.9. Planes y Programas de Desarrollo Urbano	90
3.4.9.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad	91
3.4.9.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad.....	93
3.4.10. Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.....	95
3.4.10.1. Regiones Terrestres Prioritarias	95
3.4.10.2. Regiones Marinas Prioritarias.....	96
3.4.10.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias.....	98
3.4.10.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	100
3.4.11. Sitios Ramsar	101
3.4.12. Normas Oficiales Mexicanas	103
3.4.12.1. NOM-059-SEMARNAT-2010.....	105
3.4.12.2. NOM-162-SEMARNAT-2012.....	106
3.5. Conclusión.....	119

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

3.1. Introducción

La manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo; conforme a su definición plasmada en el Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

De esta forma, en cumplimiento con las disposiciones de los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), así como el Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (REIA), en este capítulo se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones jurídicas ambientales que le son atribuibles, demostrándose de manera puntual que el Proyecto es viable respecto de estos instrumentos normativos; evidenciando mediante un análisis estricto, el cumplimiento con las regulaciones y obligaciones vinculadas. Con el fin de facilitar la consulta de la información vertida, se incluyen planos de ubicación espacial del área de estudio respecto a los diferentes instrumentos jurídicos, así como datos de referencia.

3.2. Antecedentes

El 24 de julio de 2013, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, a través de la Delegación Federal de Quintana Roo, autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del proyecto Moxche Club & Resorts, mediante oficio número 04/SGA/0900/13 (Anexo 3.1).

El 10 de agosto de 2009, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, otorgo al [REDACTED], la concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre, a través del oficio número DGZF-887/09 (Anexo 3.2), con el uso de protección, permitiéndole realizar los actos materiales y/o jurídicos necesarios para mantener la superficie concesionada en el estado natural en que se encontraba al momento de concesionarse.

De esta forma, se manifiesta que el incremento en la infraestructura en las zonas costeras del estado de Quintana Roo, ha generado de igual forma el aumento gradual de los procesos y fenómenos físicos de las playas que han provocado una serie de modificaciones en la línea de costa que pueden llegar a considerarse como adversas tanto en términos ambientales como sociales y económicos¹, siendo este el caso del área donde se realizarán las acciones de protección y restauración de ambientes costeros en el municipio de Solidaridad.

¹ Ruiz-Martínez, Gabriel, Silva-Casarín, Rodolfo, Posadas-Vanegas, Gregorio, Comparación morfodinámica de la costa noroeste del estado de Quintana Roo, México, Tecnología y Ciencias del Agua [en línea] 2013, IV (Julio-Agosto)[Fecha de consulta 7 de junio de 2018] Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003> ISSN.

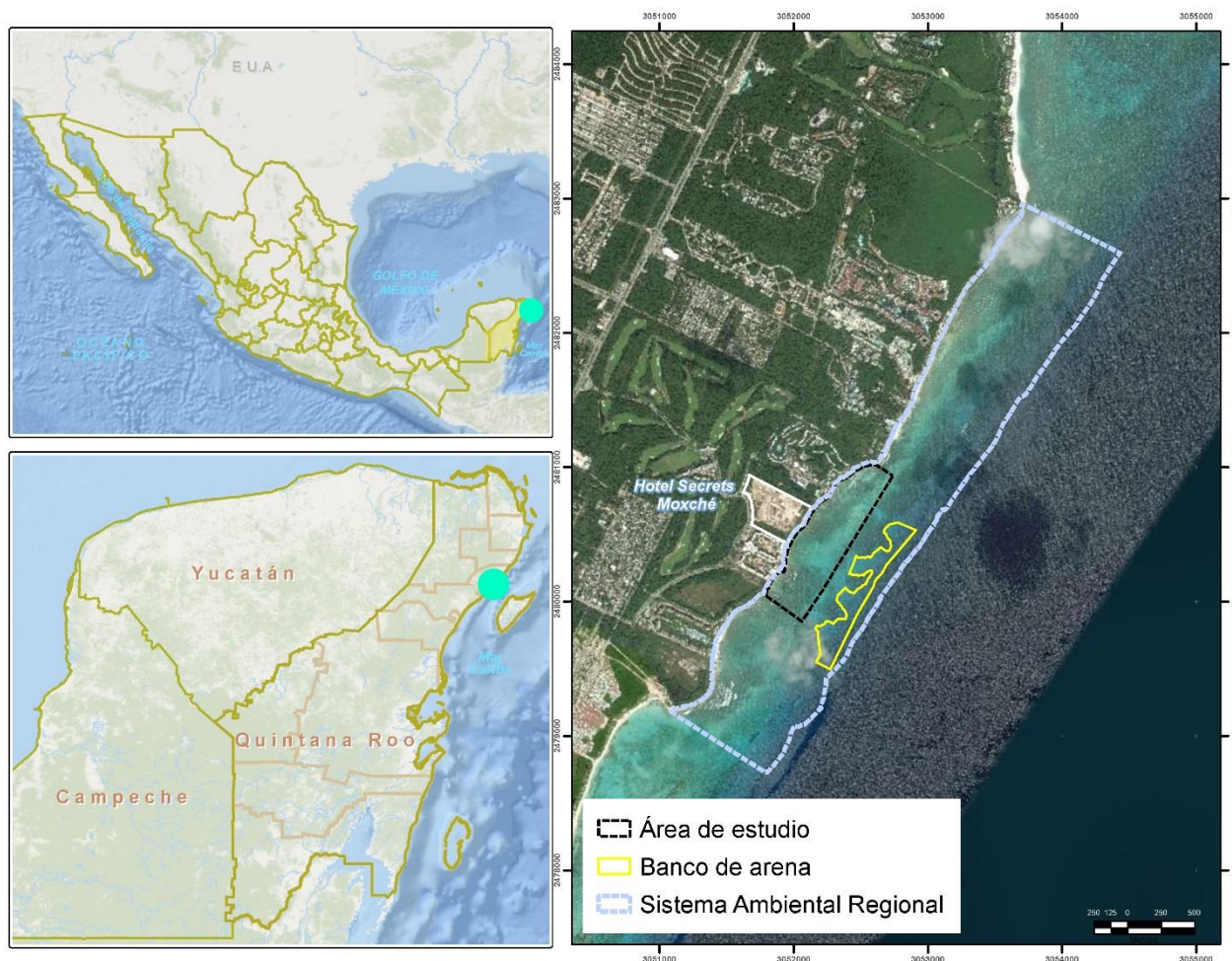
Es en virtud de esta situación, la Promovente se ha visto en la necesidad de desarrollar acciones de mayor alcance para enfrentar y disminuir los fenómenos erosivos y de pérdida de playa y desplazamiento de línea de costa que afectan su propiedad y, en consecuencia, vienen afectando el atractivo turístico del Sistema Ambiental Regional (SAR), con todas las negativas implicaciones que ello conlleva desde la perspectiva, ambiental, así como las afectaciones económicas, sociales y de seguridad y protección civil de los huéspedes y empleados del Proyecto, toda vez que de continuar la tendencia degradativa de la zona en cuestión, en unión de fenómenos climatológicos más pronunciados, se estarán presentando condiciones no sólo latentes o potenciales, sino reales e inminentes de peligro de pérdidas del patrimonio ambiental de la región, de la infraestructura turística del Proyecto, así como de los pasivos laborales por pérdida de empleos directos e indirectos que pueden generarse del acrecentamiento de los fenómenos antes descritos, así como la afectación directa a la seguridad e integridad física de las personas que visitan y trabajan en el desarrollo turístico en comento.

Por lo anterior, el presente proyecto de Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche (el Proyecto), que se plantea mediante la presente manifestación de impacto ambiental (MIA), supone una medida responsable y efectiva por parte del Proyecto para atender de forma contundente y resolutiva la problemática de erosión, pérdida de zona de playas y dunas, y el desplazamiento de línea de costa que le aqueja no sólo al desarrollo turístico sino al SAR y que en conjunto con esfuerzos de otros desarrolladores, pueden detener y revertir en buena medida la tendencia negativa que se ha venido presentado en la región en los últimos años, tal y como se ha identificado y cuantificado en el Capítulo 2 de esta MIA.

3.3. Información General del Proyecto

El Proyecto de restauración se desarrollará en la franja costero marina al frente del desarrollo turístico hotel Secrets Moxche, mismo que se ubica a la altura del kilómetro 295 de la carretera federal Chetumal – Puerto Juárez, dentro del municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo (Figura 3. 1).

Figura 3. 1. Localización general del Proyecto.



El Proyecto consiste en recuperar y restablecer la integralidad ecosistémica de la franja costera al frente del hotel Secrets Moxche, mediante la rehabilitación y estabilización de la playa, para revertir y mitigar los efectos del proceso regional de erosión sobre la línea de costa, en congruencia con la legislación mexicana que resulte aplicable. Para el cumplimiento de lo anterior, se requiere llevar a cabo las siguientes obras y actividades, mismas que se someten a evaluación ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante la presente manifestación de impacto ambiental:

Fase I

- Obras de protección costera (construcción de rompeolas).
- Extracción y transporte de arena de un banco marino (MOX 1).
- Relleno de playa situada al frente del hotel Secrets Moxche.
- Instalación de hábitats artificiales y vivero de coral, sembrado de corales y realización de actividades recreativas.

Fase II

- Ampliación de obra de protección costera identificada como rompeolas R1.
- Instalación de arrecifes disipadores.
- Consolidación y estructuración de duna.

De esta forma, conforme a lo establecido en la LGEEPA y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, el objetivo de este capítulo es analizar la vinculación y congruencia del Proyecto propuesto con los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental de carácter Federal, Estatal y Municipal, así como internacionales que resultan aplicables de acuerdo a la ubicación geográfica del Proyecto. Entre los instrumentos analizados se encuentran los siguientes:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratados Internacionales.
 - Convenio sobre la Diversidad Biológica.
 - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
 - Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas
 - Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.
 - Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte
- Leyes Generales y Federales, así como sus respectivos Reglamentos.
 - Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente y reglamentos aplicables.
 - Ley General de Vida Silvestre.
 - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y reglamentos aplicables.
 - Ley de Aguas Nacionales.
 - Ley General de Bienes Nacionales.
 - Ley General de Cambio Climático.
 - Ley de Puertos.
 - Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.
 - Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.
 - Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.
- Leyes y Reglamentos Estatales.
 - Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana.
 - Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.
- Programas Sectoriales.
 - Plan Nacional de Desarrollo.
 - Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
 - Programa Sectorial de Turismo.
 - Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo.
 - Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo.
- Áreas Naturales Protegidas.

- Instrumentos de Ordenamiento Ecológico.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún Tulum.
 - Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad.
- Planes y Programas de Desarrollo Urbano.
 - Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050.
 - Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad.
- Regiones Prioritarias.
- Normas Oficiales Mexicanas.
 - NOM-052-SEMARNAT-2005.
 - NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.
 - NOM-076-SEMARNAT-2012.
 - NOM-077-SEMARNAT-1995.
 - NOM-080-SEMARNAT-1994.
 - NOM-081-SEMARNAT-1994.
 - NOM-059-SEMARNAT-2010.
 - NOM-022-SEMARNAT-2003.
 - NOM-162-SEMARNAT-2012.
 - NOM-001-STPS-2008.
 - NOM-002-STPS-2010.
 - NOM-017-STPS-2008.
 - NOM-003-SEGOB-2011.

3.4. Vinculación del Proyecto con los Ordenamientos Jurídicos Aplicables

3.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) de 1917² es la norma fundamental o “Carta Magna” de nuestro país, establecida para regir jurídicamente a la República Mexicana. Dentro de esta, se fijan y definen las relaciones tanto de coordinación, supra ordinación y de supra a subordinación; estableciendo los límites existentes entre estas.

Aunado a lo anterior, la CPEUM precisa las bases para el gobierno y la organización de las instituciones, así como los derechos y los deberes de la ciudadanía mexicana; separándose en dos apartados generales: La parte dogmática y la parte orgánica, siendo la primera la que establece los derechos y libertades con los que cuenta toda persona en la República, y la segunda, la que enuncia la organización de los poderes públicos con sus respectivas competencias.

La CPEUM, contiene diversas disposiciones que expresamente se refieren al cuidado y protección del medio ambiente, las cuales se vinculan directamente con el Proyecto y a las que éste les da cumplimiento, como se desprende del siguiente ejercicio de vinculación:

² Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Artículos 1, 4, 27 y 133. 05 de febrero de 1917. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 29 de enero de 2016.

Artículo 1o. *En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece...*

En consecuencia, la Promovente se da por enterada y manifiesta que lo tomará en consideración en todo momento, respetando e impulsando derechos humanos plasmados tanto en la Constitución Federal, como en los diversos instrumentos de la misma índole. De esta forma, el Proyecto tomará como directrices los siguientes derechos, citándolos de manera indicativa, más no limitativa:

- a) Derecho a la vida digna.
- b) Derecho a la salud.
- c) Derecho a un medio ambiente sano.

Artículo 4o. *... Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho...*

El presente Proyecto reconoce y considera la necesidad de mantener un medio ambiente sano como un derecho de todas las personas en los Estados Unidos Mexicanos. En este tenor, con la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, el análisis respectivo de las autoridades, y la concordancia con los ordenamientos jurídicos dirigidos al medio ambiente; se asegura el respeto al derecho fundamental establecido en el numeral 4o de nuestra Ley Fundamental.

Artículo 27. *La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación...*

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico... 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...

En los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación 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.

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 la ley; conforme a lo establecido en el párrafo primero del Artículo 27. Aunado a lo anterior, por lo que se refiere a la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) que se rehabilitará y recuperará, se hace constar que la promovente actualmente cuenta con el título de concesión de esta zona federal. Sin embargo, derivado de los procesos erosivos que el Proyecto pretende atender, es claro que dicha ZOFEMAT se ha visto afectada por lo que las áreas no son precisas ni guardan relación directa con la realidad. En ese entendido, el Proyecto llevará a cabo las siguientes acciones para dar cumplimiento a la normatividad en materia de ZOFEMAT:

- i) Se obtendrá la autorización en materia de impacto ambiental (AIA) del Proyecto;
- ii) Una vez obtenida la AIA, se solicitará a la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el permiso correspondiente para llevar a cabo obras en la zona federal marítimo terrestre; y
- iii) Una vez concluido el Proyecto, se llevarán a cabo las gestiones necesarias para adecuar títulos de concesión antes referidos conforme a las condiciones reales de la zona federal recuperada, es decir, a la conclusión del Proyecto y después de agotados los trámites de modificación de las bases y términos de las Concesiones de ZOFEMAT actuales, los títulos de concesión modificados integrarán la descripción real de la ZOFEMAT recuperada conforme al Proyecto.

Artículo 133. *Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión.*

El Proyecto, además de cumplir con las leyes, reglamentos y demás disposiciones legales que le resulten aplicables, también dará cumplimiento en lo conducente a los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por México que se encuentran en vigor y que tengan relación directa con el Proyecto, tal como se señala en el apartado siguiente.

3.4.2. Tratados Internacionales

Como se menciona en los párrafos que anteceden, la Constitución y las convenciones internacionales suscritas y ratificadas por nuestro país en términos del art. 133 de la Carta Magna son la norma suprema en el país. Ahora bien, aun cuando a lo largo del tiempo se ha debatido respecto del principio de jerarquía normativa entre la Constitución y los tratados internacionales, se debe señalar que el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación resolvió la contradicción de tesis denunciada bajo el expediente 293/2011, estableciendo que los tratados y la Constitución se deben interpretar y observar de forma integral y no jerárquica en materia de derechos humanos.

Si bien la contradicción de tesis se refirió expresamente a los derechos de tercera generación consignados en el artículo primero Constitucional, a partir de su reforma de junio de 2011, una vez que se ha reconocido al derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de la persona, como “[derecho] humano”, es de concluirse que los tratados internacionales en la materia deben ser igualmente observados de forma integral.

Asimismo, no se debe pasar por alto que los tratados internacionales a los que México está suscrito en materia de medio ambiente son una “brújula” que establece directrices respecto a diferentes principios y medidas a considerar por parte tanto de las autoridades legislativas para orientarlos en las políticas de esta materia, como de los promoventes de proyectos que puedan afectar de alguna manera los ecosistemas.

Con lo anterior en consideración, al dar total y estricto cumplimiento a la legislación mexicana en materia ambiental, así como a las consideraciones existentes en el derecho internacional, se da cumplimiento a este apartado.

En la Tabla 3. 1, se presenta la vinculación con los tratados internacionales firmados por México que son directamente aplicables al Proyecto.

Tabla 3. 1. Vinculación con los tratados internacionales.

Tratados internacionales y disposiciones aplicables
<p>Convenio sobre la Diversidad Biológica³</p> <p>Artículo 14. Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso.</p> <p>1. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según pueda:</p> <p>a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que pueda 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...</p> <p>Vinculación y cumplimiento: El Proyecto, al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, el cual estará abierto a la participación pública en términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental coadyuva con el Estado Mexicano para demostrar el cumplimiento con el Convenio sobre la Diversidad Biológica.</p> <p>Aunado a lo anterior el Proyecto está sustentado en diversos estudios técnicos, los que documentaron las alteraciones de flora y fauna que serían posibles por el desarrollo del Proyecto, así como las medidas requeridas para evitar o reducir al mínimo esos efectos, éstas se encuentran consolidadas en un sistema de manejo y gestión ambiental (SMGA) (Capítulo 6), que fue diseñado particularmente para el Proyecto.</p>
<p>Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático⁴</p> <p>Artículo 3. Principios: Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:</p> <p>1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades [...]</p> <p>3. Las Partes deberían tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos [...]</p> <p>4. Las Partes tiene derecho al desarrollo sostenible y deberían promoverlos [...]</p> <p>Artículo 4. Compromisos.</p> <p>1. Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter</p>

³ Convenio sobre la Diversidad Biológica. Artículo 14. 1992. Naciones Unidas.

⁴ Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Artículos 3 y 4. 1992. Naciones Unidas.

Tratados internacionales y disposiciones aplicables

específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:

[...]

e) Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático; desarrollar y elaborar planes apropiados e integrados para la ordenación de las zonas costeras [...]

Vinculación y cumplimiento: El desarrollo humano actualmente debe tener como objetivo ser sostenible, por lo que el Proyecto consideró en su diseño las regulaciones establecidas por las disposiciones jurídicas que le aplican, con el objetivo de establecer 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, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente, tal y como establece el procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Se manifiesta que la implementación del proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche, permitirá conservar y recuperar las condiciones del ecosistema costero.

Así mismo, los artículos 3° y 4°, señalan principios y compromisos para prevenir, mitigar o reducir las causas del cambio climático, con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible para las generaciones futuras; los cuales se considerarán en el diseño y operación del Proyecto. De este modo, por medio de los instrumentos jurídicos que guían el desarrollo ambiental de nuestro país, se verifica que el Proyecto da cumplimiento a lo establecido en ellos.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas⁵

Artículo 4. Medidas.

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 [...]

2. Tales medidas comprenderán [...]

d. La protección, conservación y según proceda, la restauración del hábitat y de los lugares de desove de las tortugas marinas, así como el establecimiento de las limitaciones que sean necesarias en cuanto a la utilización de esas zonas [...]

Anexo II. 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... los hábitats de las tortugas marinas, tales como:

1. Requerir estudios de impacto ambiental de las actividades relativas a desarrollos costeros y marinos que puedan afectar los hábitats de las tortugas marinas [...]

Vinculación y cumplimiento: Aun cuando el Proyecto no tiene como objeto principal la protección de especies de tortugas, los efectos de la recuperación de la rehabilitación de línea de costa y la playa frente al Proyecto, mejorarán las condiciones actuales para proveer un espacio susceptible de convertirse en un sitio de anidación, en este sentido, se promoverá la conservación y protección de las tortugas marinas.

Así mismo, la presentación de esta manifestación de impacto ambiental a evaluación, hace patente el compromiso de la promovente de entregar toda la información necesaria a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, para que cuente con la evidencia técnica y científica suficiente para concluir válidamente que el Proyecto no generará ningún daño a las tortugas marinas y que considera las medidas necesarias dentro de su Subprograma de Protección de Tortugas Marinas en caso de registrarse eventualmente avistamiento de éstas en la zona del Proyecto.

⁵ Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Artículo 4 y Anexo II. 2001.

Tratados internacionales y disposiciones aplicables
<p>Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias⁶</p> <p>Artículo 1. Las Contratantes promoverán individual y colectivamente el control efectivo 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 biológicos y la vida marina [...]</p> <p>Vinculación y cumplimiento: Como se desprende de esta manifestación de impacto ambiental, el Proyecto ha considerado todas las medidas de prevención, control y atención tanto para el manejo integral de residuos, como en el caso de cualquier vertimiento accidental de desechos al mar. Estas medidas se encuentran plasmadas en el SMGA diseñado para el Proyecto (Capítulo 6), en tal virtud se manifiesta que el Proyecto coadyuva con el cumplimiento de esta obligación internacional del Estado Mexicano conforme al Convenio sobre la Preservación de la Contaminación del mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.</p>
<p>Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte</p> <p>Artículo 2. Con relación a su territorio, cada una de las partes [...]</p> <p>e) Evaluará los impactos ambientales, cuando proceda [...]</p> <p>Vinculación y cumplimiento: Se somete el presente manifiesto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la DGIRA, con lo que se cumple con la obligación internacional de México para con este acuerdo.</p>

3.4.3. Leyes Generales y Federales

El Artículo 133 de la Constitución, establece que ésta, en conjunto con las leyes que emanen del Congreso de la Unión y los tratados internacionales de los que México forma parte; serán la Ley Suprema del Estado. Aunado a lo anterior, la Tesis P. VIII/2007 emitida por el Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, visible en la página 6 del Tomo XXV del mes de abril de 2007; señala que el artículo constitucional previamente citados se refiere, no a las leyes federales, sino a aquellas que inciden en todos los órdenes jurídicos parciales que integran al Estado Mexicano, es decir, las leyes generales.

En ese sentido, las leyes generales son normas jurídicas aplicables en todo el territorio nacional cuya formulación compete a la Federación en cumplimiento de sus atribuciones, y que surgen para normar determinado campo específico. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto, tanto con las leyes generales, como las leyes federales en materia, que resultan aplicables.

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

Las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)⁷, eje rector del sistema jurídico ambiental mexicano, son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar. La vinculación con esta norma se presenta en la Tabla 3. 2.

⁶ Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. 1975.

⁷ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA]. 28 de enero de 1988. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 05 de junio de 2018.

Tabla 3. 2. Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 15. Para la formulación [...]</p> <p>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. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; [...]</p>	<p>El Proyecto da cumplimiento a esta disposición por medio de la implementación de diversas medidas encausadas a prevenir, mitigar y compensar los posibles impactos negativos que se pudieran ocasionar durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, las cuales están enmarcadas en un SMGA que se presenta en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental.</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>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; [...]</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>XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y [...]</p>	<p>Con la presentación de este documento se verifica el requisito establecido en los numerales I, IX, X y XI, presentando la evaluación de impacto ambiental correspondiente.</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 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</p>	<p>Con la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, se cumple con lo establecido en este artículo. Los impactos ambientales a generarse y las medidas de mitigación y compensación a adoptar pueden ser consultadas a detalle en los Capítulos 5 y 6 del presente documento sujeto a evaluación de impacto ambiental.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	
<p>Artículo 78. En aquellas áreas que presenten procesos de degradación o desertificación, o graves desequilibrios ecológicos, la Secretaria deberá formular y ejecutar programas de restauración ecológica, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban. En la formulación, ejecución y seguimiento de dichos programas, la Secretaria deberá promover la participación de los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales, y demás personas interesadas.</p>	<p>El principal objetivo del Proyecto es la protección y restauración de un área que presenta un fuerte proceso de degradación, originado por la erosión costera y los efectos del cambio climático, por lo que su implementación coadyuva con el restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales.</p>
<p>Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios [...]</p>	<p>Dentro de los diversos criterios establecidos en este artículo, se tendrá especial atención en los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna. - La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial. - La participación social en la preservación de la biodiversidad. <p>En este sentido, se dará cumplimiento a lo establecido en este artículo.</p>
<p>Artículo 88. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: [...] II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico; [...] IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.</p>	<p>Con este numeral en consideración, se manifiesta que la empresa promotora atiende a los criterios establecidos a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental, mismo que incluye una serie de programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para mantener la integridad y el equilibrio de los ecosistemas acuáticos.</p>
<p>Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que los vehículos y maquinaria cumplirán con los estándares plasmados en las diversas Normas Oficiales Mexicanas aplicables en la materia, como se demuestra en el apartado correspondiente.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</p> <p>Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: [...] II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; [...]</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que la empresa promovente atiende al criterio a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental, mismas que se encuentran contenidas en un SMGA, que está dividido en una serie de programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para prevenir y controlar la contaminación del agua.</p>
<p>Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo; II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; [...] V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.</p>	<p>Para dar cumplimiento a lo establecido en este artículo, se manifiesta que la empresa promovente atiende a los criterios establecidos a través de las medidas de prevención, mitigación y compensación descritas en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental, mismo que incluye una serie de programas diseñados específicamente para atender los impactos potenciales derivados de la implementación del presente Proyecto, así como las providencias necesarias para prevenir y controlar la contaminación del suelo.</p>
<p>Artículo 150. Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos. Asimismo, la Secretaría en coordinación con las dependencias a que se refiere el presente artículo, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que se establecerán los requisitos para el etiquetado y</p>	<p>El Proyecto se apega a lo establecido en este precepto, por lo que, para el manejo integral de los residuos, se atenderán las disposiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y respectivo Reglamento. Aunado a lo anterior es importante mencionar que en ninguna de las etapas consideradas en el Proyecto se tiene previsto la generación de residuos peligrosos, sin embargo, SMGA contenido en el Capítulo 6 de este manifiesto, incluye un Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, el cual considera las medidas pertinentes para su adecuado manejo y disposición final.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación de riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.</p>	
<p>Artículo 151. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con 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, en su caso, tenga quien los generó.</p>	<p>El Proyecto se apega a lo establecido en este artículo, por lo que para el manejo correcto de los residuos que se generen se aplicarán las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos que forma parte del SMGA del Proyecto, apegándose dichas acciones a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y respectivo Reglamento.</p>
<p>Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.</p> <p>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.</p>	<p>Se atenderán los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas referentes a emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual.</p>

3.4.3.2. Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS)⁸ tiene por objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias; relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. En la Tabla 3. 3 se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones de esta ley que le son aplicables.

⁸ Ley General de Vida Silvestre [LGVS]. 03 de julio de 2000. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Tabla 3. 3. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. [...]</p>	<p>La empresa promovente implementará las medidas necesarias para evitar la destrucción, daño o perturbación de la vida silvestre, tal y como se presenta en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.</p>
<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. 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>El Proyecto se ubica en una zona en donde se encuentran diferentes especies de vida silvestre, por lo que se seguirán todas las especificaciones establecidas en los ordenamientos jurídicos aplicables. Aunado a lo anterior el Proyecto cuenta con un Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, que considera entre sus medidas de mitigación el rescate y reubicación de organismos marinos, en la etapa de preparación del Proyecto, así como un Programa de Monitoreo Ambiental, en la etapa de mantenimiento del Proyecto, para vigilar la calidad ambiental en el sistema ambiental.</p>
<p>Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.</p>	<p>Lo establecido en este artículo solo se realizará en la etapa de preparación del Proyecto, conforme al SMGA descrito en el Capítulo 6.</p>
<p>Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: 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 inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. 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>El Proyecto propone las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar la afectación de las especies enlistadas en este artículo. De manera específica, en el presente Capítulo, se hace una vinculación con las especies contenidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y en el Capítulo 6, se presentan las medidas a implementarse, integradas dentro de un SMGA.</p>
<p>Artículo 60 TER. Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo</p>	<p>El Proyecto no contempla ninguna actividad u obra en zonas de manglar por lo que en principio esta disposición legal resulta inaplicable. No obstante, lo</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>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>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.</p>	<p>anterior, como se ha dicho, dentro de los efectos positivos de la rehabilitación de la línea de costa y la playa se generarán condiciones naturales que detendrá de forma natural el proceso de erosión que se presenta en dichas áreas, que a su vez conlleva la protección de las comunidades de manglar cercanos a la zona del Proyecto.</p>
<p>Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.</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 o a su hábitat de los que tenga conocimiento.</p>	<p>En la presente manifestación de impacto ambiental se realiza la descripción de los posibles efectos al ambiente derivado de las obras y actividades que conforman el Proyecto. Así como aquellas medidas para contrarrestar o evitar posibles afectaciones, sin perjuicio de lo anterior, la 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.</p>

3.4.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)⁹ tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (Tabla 3. 4).

Tabla 3. 4. Vinculación del Proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión de Residuos.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<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>Para dar cumplimiento a este artículo, en caso de generarse residuos peligrosos, estos serán manejado conforme a la LGPGIR. Los residuos podrán ser acopiados en el almacén de residuos peligrosos del hotel Secrets Moxche, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.</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>En caso de generarse, el manejo de los residuos peligrosos se hará de manera adecuada, conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>

⁹ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR]. 08 de octubre de 2003. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<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 riesgos.</p> <p>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>	<p>La empresa promovente, se cerciorará de que los residuos peligrosos que puedan generarse, sean entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.</p>

3.4.3.4. Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN)¹⁰ tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Su vinculación con el Proyecto se presenta en la Tabla 3. 5.

Tabla 3. 5. Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 85. En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental [...], preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley [...]</p> <p>Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:</p>	<p>El Proyecto, como se muestra en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental, considera la implementación de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales para la protección del medio marino.</p>

¹⁰ Ley de Aguas Nacionales [LAN]. 01 de diciembre de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 06 de enero de 2020.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	

3.4.3.5. Ley General de Bienes Nacionales

La Ley General de Bienes Nacionales (LGBN)¹¹ tiene por objeto establecer, el ordenamiento legal que rige lo relativo a los bienes de dominio público y privado de la federación que componen el patrimonio nacional. De manera que en la Tabla 3. 6 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables.

Tabla 3. 6. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
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 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. [...]	Toda vez que las actividades más importantes del Proyecto se llevarán a cabo en bienes nacionales, se señala que el mismo dará cumplimiento estricto a todas las disposiciones legales que le resulten aplicables en la materia, particularmente en los trámites de obtención de permisos, autorizaciones y concesiones para realizar actividades en tales bienes.
Artículo 7. Son bienes de uso común [...] III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar; 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; V.- La zona federal marítimo terrestre; [...]	Este precepto identifica claramente la naturaleza jurídica de los bienes en que se llevarán a cabo gran parte de las obras y actividades consideradas por el Proyecto. En este acto, la promovente declara sujetarse estrictamente a la regulación y normatividad aplicable a dichos bienes nacionales.
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 [...]	El Proyecto da cumplimiento a este precepto toda vez que uno de los objetivos propios del Proyecto es recuperar la franja de 20 metros de zona federal marítimo terrestre a que se refiere este precepto, y que se ha ido perdiendo por el proceso erosivo costero que registra el área, el impacto de los fenómenos meteorológicos que han afectado la región y los efectos del cambio climático. Para llevar a cabo las obras y actividades planteadas por el Proyecto, el promovente previa obtención de la autorización de impacto ambiental por parte de la DGIRA, solicitará los permisos de obras correspondientes ante la Dirección General de

¹¹ Ley General de Bienes Nacionales [LGBN]. 20 de mayo de 2004. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
	Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros de la SEMARNAT, para la realización de las obras y actividades en zona federal que plantea el Proyecto, particularmente por el relleno de la playa previsto frente al hotel Secrets Moxche.
<p>Artículo 124. Sólo podrán realizarse obras para ganar artificialmente terrenos al mar, con la previa autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y con la intervención de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las cuales determinarán la forma y términos para ejecutar dichas obras [...]</p> <p>En las autorizaciones que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales otorgue a particulares para realizar obras tendientes a ganar terrenos al mar se establecerán los requisitos, condiciones técnicas y plazo para su realización, el monto de la inversión que se efectuará, el uso o aprovechamiento que se les dará, así como las condiciones de venta de la superficie total o parcial susceptible de enajenarse, en las que se considerarán, en su caso, las inversiones realizadas por el particular en las obras.</p>	<p>A través de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, se solicita la autorización a la SEMARNAT para recuperar el espacio de playa en la zona federal marítimo terrestre indicada en el Proyecto, por lo que se da cumplimiento a lo establecido en este artículo.</p>

3.4.3.6. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC)¹² es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera. En la Tabla 3. 7 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables.

Tabla 3. 7. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 2. Esta ley tiene por objeto: [...]</p> <p>IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; [...]</p>	<p>La empresa promovente presta especial atención en ser un Proyecto sustentable y ambientalmente viable. Es así, que el Proyecto contará con tecnología que no contribuya de manera negativa al cambio climático. Asimismo, tiene como finalidad la protección de un área que presenta un fuerte proceso de degradación, ocasionado por la erosión costera derivado de las actividades antropogénicas, la energía del oleaje, la incidencia de eventos hidrometeorológicos más extremos y efectos del cambio climático.</p>
<p>Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:</p>	<p>Las actividades y obras que componen el Proyecto, se presentan como medida de adaptación ante el</p>

¹² Ley General de Cambio Climático [LGCC]. 06 de junio de 2012. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 13 de julio de 2018.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>[...] I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; 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; [...] 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; [...] 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; [...] 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 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>cambio climático, para evitar mayores daños de la zona costera y restablecer las condiciones naturales que prevalecían en esta área, considerando las medidas de prevención, mitigación y compensación pertinentes, para minimizar los impactos generados por la implementación del Proyecto, con lo que se da cumplimiento a los principios establecidos en este artículo.</p>
<p>Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación: [...] IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación.</p>	<p>El principal objetivo del Proyecto reside en la rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, por lo que la naturaleza del Proyecto es considerada por esta Ley como una acción de adaptación ante el cambio climático.</p> <p>Aunado a lo anterior la instalación de los hábitats artificiales y vivero, con su posterior sembrado de corales y colonización de más vida marina, propiciará la absorción de carbono, contribuyendo a la mitigación de los efectos del cambio climático.</p>

3.4.3.7. Ley de Puertos

La Ley de Puertos (LP)¹³, tiene como objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios. En la Tabla 3. 8 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones de esta Ley.

¹³ Ley de Puertos [LP]. 19 de julio de 1993. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de diciembre de 2016.

Tabla 3. 8. Vinculación del Proyecto con la Ley de Puertos.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<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: [...] VII. Autorizar las obras marítimas y el dragado con observancia de las normas aplicables en materia ecológica; [...]</p>	<p>El Proyecto dará cumplimiento a la LP una vez que obtenga la autorización de impacto ambiental de esta 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 línea de costa y la playa.</p>

3.4.3.8. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)¹⁴ regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el Artículo 17 de la Constitución, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Esta Ley señala en su Artículo 6, Fracción I y II, que no se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, además de no rebasar los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. Esto se cumple por medio de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, en la que se identifican los posibles impactos que el Proyecto generará por la implementación de sus obras y actividades, pero en la que también se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación correspondientes a efecto de minimizar dichos impactos. Además, la promovente prevé dar cabal cumplimiento a lo establecido en todas las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, se cumplirá con todos y cada uno de los términos y condicionantes que establezca la autoridad, a fin de garantizar que no se provocarán daños ambientales no previstos.

¹⁴ Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [LFRA]. 7 de junio de 2013. Diario Oficial de la Federación.

3.4.3.9. Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas

La ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas (LVZMM)¹⁵ tiene por objeto el control y prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas. En la Tabla 3. 9 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones de esta Ley.

Tabla 3. 9. Vinculación del Proyecto con la Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 3. Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes: [...]</p> <p>VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y</p> <p>VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación [...]</p>	<p>Debido a la naturaleza del Proyecto, se considera que se realizarán actividades de vertimiento en las zonas marinas mexicanas, por la instalación de rompeolas y la colocación de hábitat artificiales.</p>
<p>Artículo 18. La Secretaría otorgará permiso para vertimiento a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana o extranjeras, previo el cumplimiento de los requisitos que se establecen en la presente Ley, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas, o en su caso, en función de la evaluación de los resultados de los estudios técnicos e información científica aplicable en la materia, que deberá presentar el interesado.</p>	<p>Una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, se solicitarán los permisos pertinentes ante la Secretaría de Marina.</p>

3.4.4. Reglamentos de Leyes

Debido a que los reglamentos contienen las disposiciones jurídicas de carácter general y con valor subordinado a la Ley de la que emanan, a continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos aplicables de estos instrumentos.

¹⁵ Ley de Puertos [LP]. 19 de julio de 1993. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de diciembre de 2016.

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

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente¹⁶ tiene por objeto regular la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. En la Tabla 3. 10 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables este instrumento normativo.

Tabla 3. 10. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>A) HIDRÁULICAS [...]</p> <p>III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;</p> <p>[...]</p> <p>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:</p> <p>[...]</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>S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS [...]</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>[...]</p>	<p>En cumplimiento a la citada disposición normativa, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, toda vez que se sitúa en los supuestos establecidos por el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA, incisos A, Q, R, S, U.</p>

¹⁶ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 30 de mayo de 2000. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 31 de octubre de 2014.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<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>Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.</p>	<p>Considerando las características del Proyecto, se presenta este manifiesto de impacto ambiental en su modalidad regional, a efecto de ser evaluado por la SEMARNAT, dando cumplimiento a lo establecido en los Artículos 10 y 11 de esta Ley.</p>
<p>Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: [...] III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada</p>	
<p>Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad Regional, deberá contener la siguiente información: 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 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>	<p>El presente documento cumple con todos los puntos establecidos en el Artículo 13, aquí vinculado.</p>

3.4.4.2. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos¹⁷ tiene por objeto reglamentar la LGPGIR y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. En la Tabla 3. 11 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este instrumento normativo.

¹⁷ Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30 de noviembre de 2006. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 31 de octubre de 2014.

Tabla 3. 11. Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 35. Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:</p> <p>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</p> <p>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</p> <p>[...]</p> <p>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</p>	<p>Para dar cumplimiento a este artículo, en caso de generarse residuos peligrosos, estos serán identificados conforme a lo señalado en este artículo, considerándose como una medida de mitigación dentro del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, que forma parte del SMGA del Proyecto.</p>
<p>Artículo 42. Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <p>I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;</p> <p>II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y</p> <p>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.</p> <p>Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.</p>	<p>De acuerdo a las características del Proyecto, de generarse residuos peligrosos estos no sobrepasarán la cantidad de cuatrocientos kilogramos por año, por lo que el Proyecto se encontraría en la categoría de microgenerador, el manejo de estos se realizará en apego a la legislación aplicable.</p> <p>Y estos únicamente se podrían generar durante la etapa de construcción.</p>
<p>Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;</p> <p>II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y</p>	<p>Para dar cumplimiento a este artículo, en caso de generarse residuos peligrosos, estos serán manejados conforme a lo establecido en este artículo y lo señalado en la LGPGIR. Los residuos podrán ser acopiados en el almacén de residuos peligrosos del hotel Secrets Moxche, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.</p> <p>La empresa promovente, se cerciorará de que los residuos peligrosos que puedan generarse, sean entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan provisiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.	

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

El Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar¹⁸ tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias. En la Tabla 3. 12 se presenta la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este instrumento normativo.

Tabla 3. 12. Vinculación del Proyecto con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 26. Toda solicitud de concesión en los términos de la Ley y del presente Capítulo, deberá hacerse por escrito ante la Secretaría, en original y dos copias proporcionando los datos y elementos siguientes [...]	El Proyecto cuenta con la concesión correspondiente, como se señala a lo largo de esta manifestación de impacto ambiental.
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 la realización de obras en la ZOFEMAT conforme a lo establecido en este artículo.
Artículo 34. Los concesionarios o permisionarios podrán solicitar por escrito a la Secretaría, las modificaciones de las bases y condiciones conforme a las cuales se otorgó la concesión o permiso. En los casos procedentes, la Secretaría aprobará la modificación solicitada aplicando en lo conducente, las disposiciones contenidas en este Reglamento [...]	Una vez que se concluya el Proyecto, se llevarán a cabo los trámites y gestiones necesarios para la modificación de las bases del título de concesión correspondiente a la ZOFEMAT del desarrollo turístico Secrets Moxche, a efecto de regularizar su situación y que tales títulos de concesión sean modificados para reflejar la situación real de la ZOFEMAT una vez que ésta sea rehabilitada mediante el Proyecto, con fundamento en la disposición legal en comento.

¹⁸ Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. 21 de agosto de 1991.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>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 (“SCT”), 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 [...]</p>	<p>Una vez autorizado el Proyecto en materia de impacto ambiental, la promotora gestionará y obtendrá los permisos necesarios ante la SCT para llevar a cabo las obras y actividades que prevé esta manifestación de impacto ambiental, cumpliendo con esta disposición legal.</p>

3.4.5. Leyes y Reglamentos Estatales

3.4.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Quintana Roo

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de Quintana Roo (LEEPA)¹⁹ tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, y regular las acciones tendientes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del estado de Quintana Roo. Considerando la naturaleza y las características del Proyecto, es facultad de la federación regular y autorizar las obras y actividades que conforman la Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche.

Sin perjuicio de lo anterior, se atenderán los lineamientos referentes a la prevención y control de la contaminación del agua, conforme a lo establecido en el Artículo 119 de esta Ley.

3.4.5.2. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo

Tabla 3. 13. Vinculación del Proyecto con la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 40. La clasificación de los productos que al desecharse se convierten en Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial que serán sujetos a los planes de manejo establecidos en la presente Ley, se determinarán en el listado que para tal efecto expedirá el Ejecutivo del Estado.</p>	<p>En caso de generar residuos de esta índole, se atenderá la clasificación y especificaciones contenidas en esta Ley, mediante las medidas de mitigación establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, que forma parte del SMGA del Proyecto.</p>

¹⁹ Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo [LEEPA]. 29 de junio de 2001. Última reforma PO 16 de agosto de 2018.

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 57. Los Residuos de Manejo Especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de Residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>[...]</p> <p>II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;</p> <p>[...]</p>	<p>Se tendrá un sistema estricto de gestión de residuos, apegándose a lo establecido en el SMGA elaborado específicamente para el Proyecto.</p>
<p>Artículo 63. En términos de la legislación federal y de esta Ley y su Reglamento, los generadores o poseedores de Residuos de Manejo Especial están obligados a:</p> <p>I.- Inscribirse en el padrón que establezca la Secretaría, mecanismo que se realizará a través de una solicitud formal a esta dependencia estatal;</p> <p>II.- Identificar, clasificar y separar los Residuos;</p> <p>III.- Elaborar un Plan de Manejo de acuerdo a la naturaleza de los Residuos;</p> <p>IV.- Presentar el Plan de Manejo ante la Secretaría, para su revisión y en su caso aprobación;</p> <p>V.- Presentar los permisos de las autoridades locales para el desarrollo de alguna actividad ligada con el manejo de los Residuos;</p> <p>VI.- Presentar un informe anual y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá durante los dos años posteriores al período anual que cubren, para la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y el manejo integral a las que sujetarán sus Residuos, esta información se presentará a través de la Cédula de Desempeño Ambiental. Esta información será necesaria para integrar el Sistema Estatal de Información sobre la prevención y la Gestión Integral de Residuos y la remediación de la contaminación de suelos;</p> <p>VII.- Previa aprobación, almacenar temporalmente los Residuos dentro de sus instalaciones, de acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales Residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios;</p> <p>VIII.- Prevenir la contaminación de suelos al cierre o suspensión de operaciones;</p> <p>IX.- Evitar la disposición final de subproductos valorizables cuando sea técnica y económicamente</p>	<p>En caso de generarse residuos de esta índole, se cumplirán las obligaciones establecidas en este artículo, además de cerciorarse que la o las empresas encargadas de la disposición final de los residuos peligrosos y de manejo especial cumplan con los mismos.</p>

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
factible o se cuente con planes de manejo específicos para ellos; X.- Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes, según corresponda, para el Manejo Integral de sus Residuos, y XI.- Cualquier otra recomendación que la autoridad competente considere.	

3.4.6. Planes y Programas Sectoriales y de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo establece las directrices que la sociedad y el gobierno tienen para avanzar y mejorar como país. Este documento traza los grandes objetivos de las políticas públicas, establece las acciones específicas para alcanzarlos y precisa indicadores que permitirán medir los avances obtenidos. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan.

3.4.6.1. Plan Nacional de Desarrollo

El Artículo 25 de la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas; y por su parte, el Artículo 26 establece que el Estado deberá organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.

En este sentido, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo. Bajo tal tesitura, el Plan Nacional de Desarrollo (PND)²⁰ es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de julio de 2019. Dicho instrumento contempla una serie de lineamientos cuyos principios rectores son los siguientes:

- Honradez y honestidad
- No al gobierno rico con pueblo pobre
- Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- Economía para el bienestar
- El mercado no sustituye al Estado
- Por el bien de todos, primero los pobres
- No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- No puede haber paz sin justicia
- El respeto al derecho ajeno es la paz
- No más migración por hambre o por violencia
- Democracia significa el poder del pueblo
- Ética, libertad, confianza

²⁰ Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 [PND]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de julio de 2019.

Por otra parte, el PND señala en su apartado II. POLÍTICA SOCIAL, Desarrollo Sostenible, que México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible (incluyendo mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos).

De esta forma, tal y como podrá observarse a lo largo de la presente manifestación de impacto ambiental, el Proyecto se apega a las políticas públicas de desarrollo sostenible establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo.

3.4.6.2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT)²¹ se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2013 - 2018, estableciendo 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 PROMARNAT establece diversos objetivos generales que son congruentes y consistentes con el Proyecto por la naturaleza de las obras y actividades que éste plantea, los cuales se enuncian a continuación:

- Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático;
- Objetivo 4. Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural; y

Respecto del Objetivo 2 del PROMARNAT se plantean las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 2.1. Incrementar la resiliencia ecosistémica y disminuir la vulnerabilidad de la población, infraestructura y servicios al cambio climático.
 - i) Línea de acción 2.1.2. Promover el fortalecimiento e inclusión de criterios de adaptación en infraestructura estratégica en sectores industriales y servicios.

En relación con el Objetivo 4 del PROMARNAT antes referido, se señalan las siguientes estrategias y líneas de acción:

- a) Estrategia 4.1 Fomentar la conservación y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, para mantener el patrimonio natural y sus servicios ambientales.
 - i) Línea de acción 4.1.6. Fomentar la restauración de ecosistemas, para mantener y restablecer sus funciones, asegurando su conectividad y provisión de servicios ambientales.

²¹ Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013 – 2018 [PROMARNAT]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de diciembre de 2013.

De lo anterior se concluye que el Proyecto es totalmente consistente y congruente con los objetivos, estrategias y líneas de acción que plantea el PROMARNAT; al restaurar un ambiente que presenta un alto grado de deterioro ambiental, permitiendo la continuidad de los ecosistemas en el sistema ambiental regional y restableciendo la provisión de servicios ambientales, además de prever un desarrollo sustentable por medio de la correcta planeación y diseño armónico con el medio que lo rodea.

3.4.6.3. Programa Sectorial de Turismo

El Programa Sectorial de Turismo 2020 – 2024 (PROSECTUR)²² se inscribe en el esfuerzo de planeación estratégica de la Administración Pública Federal y se deriva del PND 2019 - 2024, específicamente se enfoca en contribuir con el numeral 3 Economía, que busca el mayor bienestar para el país mediante el fomento de un turismo más inclusivo y sostenible.

Los objetivos prioritarios que persigue son:

- Garantizar un enfoque social y de respeto de los derechos humanos en la actividad turística del país.
- Impulsar el desarrollo equilibrado de los destinos turísticos de México.
- Fortalecer la diversificación de mercados turísticos en los ámbitos nacionales e internacionales.
- Fomentar el turismo sostenible en el territorio nacional.

Conforme a su cuarto objetivo, el PROSECTUR hace hincapié en la necesidad de fomentar un sector turístico sustentabilidad, que respete los recursos naturales y culturales del país, la planeación territorial, generando mayores consideraciones de los ecosistemas y estableciendo mejores medidas contra el cambio climático.

Es así, que mediante el desarrollo del presente Proyecto se da cumplimiento y coadyuba con la autoridad a cumplir las metas establecidas en este Programa.

3.4.6.4. Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo.

El Plan Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016 – 2022²³, establece como objetivo estratégico, el crecimiento ordenado con sustentabilidad. Al respecto se señala que para preservar la riqueza natural y cultural del estado es necesario que en 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.

²² Programa Sectorial de Turismo 2020 – 2024 [PROSECTUR]. Diario Oficial de la Federación, México, 03 de julio de 2020.

²³ Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022 [PED]. 25 de enero de 2017. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Considerando lo anterior el proyecto coadyuva con lo planteado en el Plan de Desarrollo Quintana Roo, al llevar a cabo actividades que contribuyen a la recuperación de un ecosistema que se encuentra deteriorado, permitiendo mitigar el desequilibrio ecológico que se ha generado.

3.4.6.5. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo

El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR)²⁴ retoma diversas acciones, estrategias y recomendaciones vertidas desde hace más de una década en diferentes instrumentos para ligarlas en un plan de acción de mediano plazo orientado de manera específica para brindar alternativas de solución a los problemas consecuencia de los efectos del cambio climático que ya hoy se presentan en el estado y al mismo tiempo sentar las bases de un manejo de los recursos en un contexto que prevea los efectos de dicho cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los recursos naturales de Quintana Roo.

En este tenor, el PEACCQR establece medidas de adaptación al cambio climático dirigidas a diversos entes gubernamentales para los diferentes sectores productivos, incluyendo, el sector turístico.

Sin perjuicio de que las medidas recién descritas consideren como responsables a las autoridades pertinentes, la empresa promovente considerará su implementación dentro del desarrollo del Proyecto, mismas que se presentan en la Tabla 3. 14.

Tabla 3. 14. Medidas de adaptación al Cambio Climático (Turismo).

Efecto del Cambio Climático en:	Medidas de adaptación	Vinculación con el Proyecto
Daños a Infraestructura	Promover la elaboración de normas y reglamentos específicos para estudios, proyectos, construcción e instalaciones de infraestructura adaptada a los efectos del cambio climático (aumento en la incidencia de huracanes, inundaciones, aumento de temperatura, etc.)	El Proyecto cumple con esta medida de forma indirecta, apegándose a lo establecido en la diversa normatividad dirigida a las especificaciones para la infraestructura y su adaptabilidad al cambio climático. Con la implementación de esta infraestructura se busca disminuir la afectación a la playa y a la infraestructura turística en casos de oleaje intenso, fenómenos naturales extremos (tormentas y huracanes), así como los efectos adversos derivados del cambio climático.
	Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.	El Proyecto contempla la aplicación de buenas prácticas ambientales dentro de sus diversas etapas, así como una posible certificación ambiental durante la etapa de operación.

²⁴ Pereira Coronado, A., Prezas Hernández, B., Olivares Mendoza, J., Fragoso Servón, P., y Niño Torres, C. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. Quintana Roo, México.

3.4.7. Áreas Naturales Protegidas

El Artículo 3 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente define a las áreas naturales protegidas como zonas del territorio nacional, y sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Asimismo, el artículo 44 de la misma Ley establece límites adicionales para aquellas personas que, siendo titulares de derechos de dominio o posesión sobre predios al interior de dichas áreas naturales, pretendan desarrollar obras u actividades. Estas restricciones implican para el desarrollador sujetarse a las normas y preceptos que establezcan los Decretos a través de los que se constituyan las áreas naturales respectivas, así como a las disposiciones contenidas en los programas de manejo correspondientes.

Por su ubicación geográfica, el Proyecto no se localiza dentro del polígono de áreas naturales protegidas de carácter municipal o estatal (Figura 3. 2), sin embargo, las obras correspondientes al relleno de playa y la construcción de los rompeolas en el área marina, se ubican en la zona de influencia del área natural protegida federal Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano (RBCM)²⁵, y el banco marino seleccionado para la extracción de arena se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an de esta Reserva (Figura 3. 3).

²⁵ Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe mexicano. Diario Oficial de la Federación, 07 de diciembre de 2016.

Figura 3. 2. Ubicación del Proyecto y su colindancia con las áreas naturales protegidas estatales.

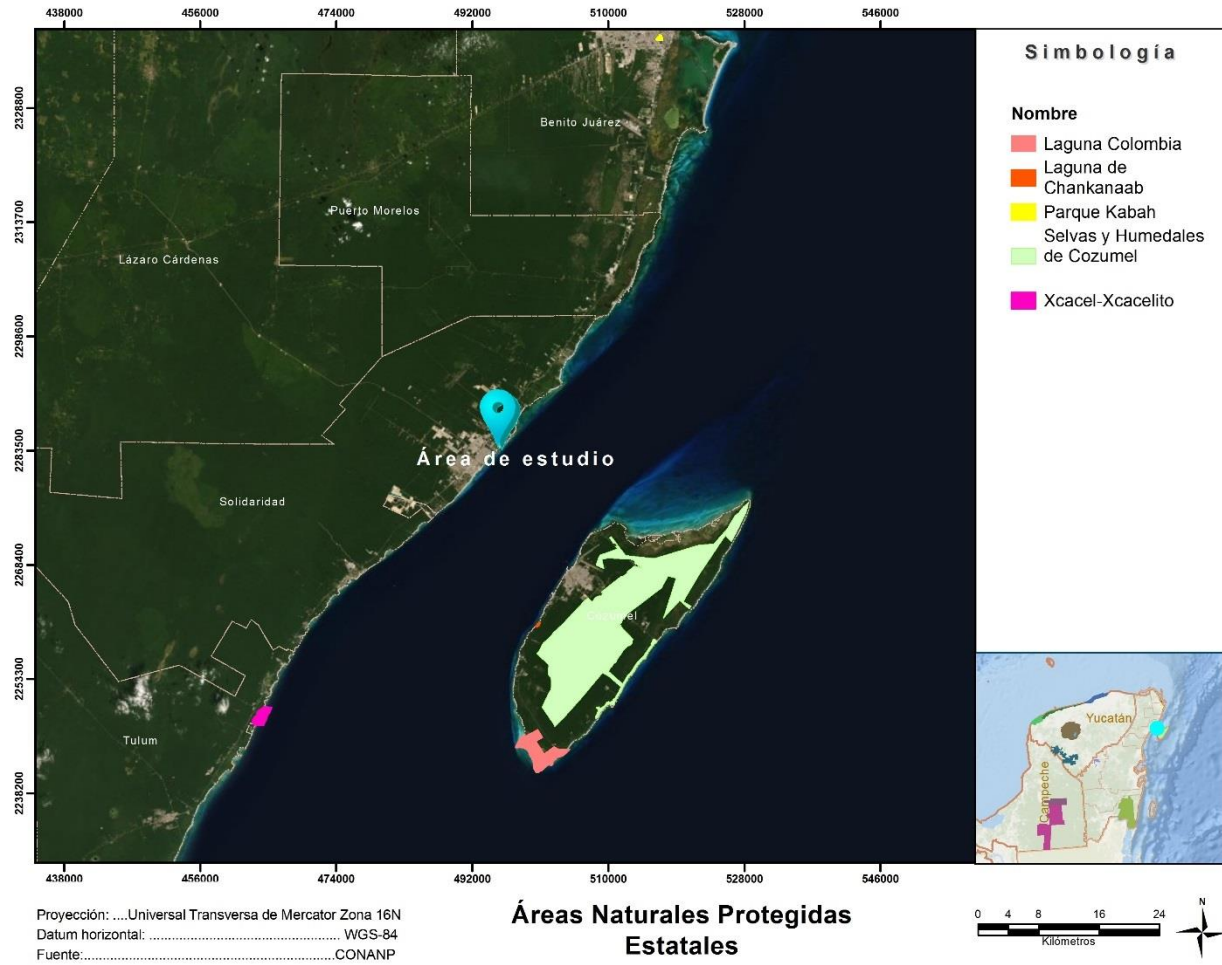
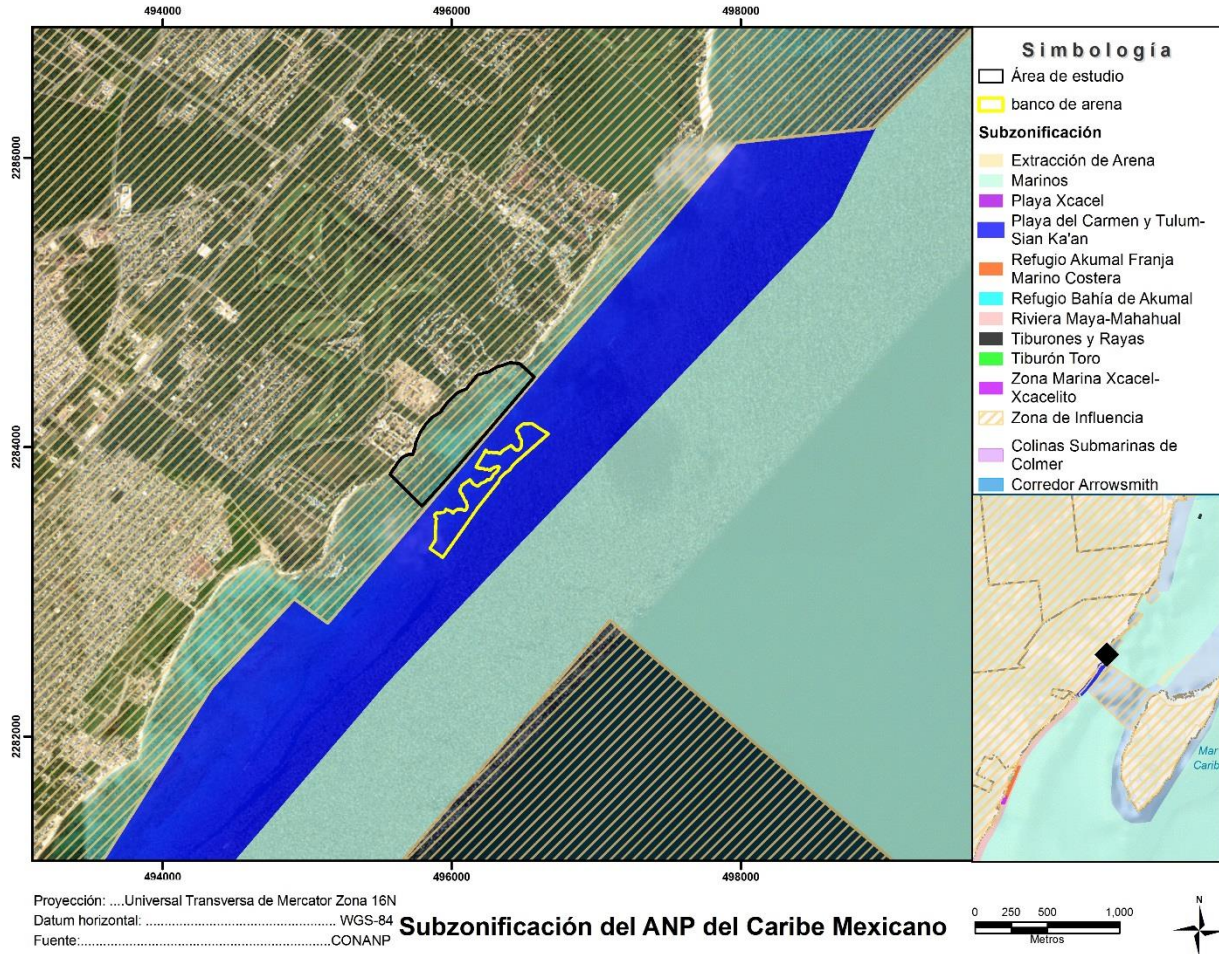


Figura 3. 3. Ubicación del Proyecto respecto de la zonificación y subzonificación establecida para la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.



3.4.7.1. Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y Programa de Manejo

El Artículo 3, Fracción XIV del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas define a la zona de influencia como las “superficies aledañas a la poligonal de un área natural protegida que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta”. Dicho concepto toma su importancia debido a que, a pesar de no ser un elemento constitutivo de la delimitación legal del área natural protegida, guarda una relación estrecha e íntimamente ligada a todos sus elementos, por lo que el Artículo 74 de la misma Ley establece que el plan de manejo que sea expedido para regular las actividades dentro de cada una de las ANP deberá determinar la extensión y delimitación de la zona de influencia del área protegida respectiva.

Por su ubicación, las obras y actividades relacionadas con el relleno de playa, la construcción de los rompeolas, la instalación de los arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero, el sembrado de corales, así como las actividades recreativas, no inciden dentro del polígono de la RBCM, estas únicamente se ubican en el área de influencia. Sin embargo, el banco marino MOX 1, seleccionado para la extracción de arena se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an de esta ANP, tal como se muestra en Figura 3. 3.

Con lo anterior en consideración, en las Tabla 3. 15 y Tabla 3. 16 se presenta la vinculación del Proyecto con los artículos directamente aplicables del Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y lo establecido en su programada de manejo, considerando a las obras del Proyecto en la zona de amortiguamiento del ANP.

Tabla 3. 15. Vinculación del Proyecto con el Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
<p>Artículo 7. Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, podrán realizarse las siguientes actividades:</p> <p>I. Investigación y colecta científicas;</p> <p>II. Monitoreo ambiental;</p> <p>III. Educación ambiental;</p> <p>IV. Turísticas;</p> <p>V. Turismo náutico;</p> <p>VI. Aprovechamiento no extractivo de la vida silvestre;</p> <p>VII. Aprovechamiento extractivo de vida silvestre;</p> <p>VIII. Pesca y acuacultura;</p> <p>IX. Restauración de ecosistemas, reintroducción y repoblación de especies;</p> <p>X. Erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales;</p> <p>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;</p> <p>XII. Instalación de señalización marítima;</p> <p>XIII. Mantenimiento de la infraestructura fija existente;</p> <p>XIV. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria;</p> <p>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;</p> <p>XVI. Mantenimiento y dragado de los canales de navegación;</p> <p>XVII. Extracción de arena, siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental;</p> <p>XVIII. Navegación de embarcaciones;</p> <p>XIX. Regatas o competencias deportivas náuticas;</p> <p>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</p> <p>XXI. Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar, así como las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el Programa de Manejo correspondiente. Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, la unidad administrativa correspondiente deberá contar con la opinión previa de la Comisión y, en todo caso, las autoridades competentes deberán observar los plazos de respuesta previstos en la normatividad aplicable.</p> <p>Vinculación: Se cumple toda vez que el motivo de la presente manifestación de impacto ambiental es someter a evaluación y obtención de la autorización de impacto ambiental de esta DGIRA de la SEMARNAT, la extracción de arena que será ocupada para la rehabilitación y recuperación de la línea de costa y la playa planteada por el Proyecto.</p>
<p>Artículo 8. 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:</p> <p>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;</p> <p>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;</p>

Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano

III. Los aprovechamientos no extractivos distintos a los enunciados en las fracciones I y II del presente artículo, se realizarán manteniendo los procesos ecológicos esenciales y ayudando a conservar los recursos naturales y la diversidad biológica;

IV. La pesca y acuicultura en todas sus modalidades se realizarán manteniendo el equilibrio ecológico de la subzona en la que, conforme al Programa de Manejo, dicha actividad esté permitida y siempre que se cuente con la autorización respectiva de la dependencia correspondiente, conforme a la legislación aplicable, respetando las épocas y zonas de veda;

V. La pesca de consumo doméstico sólo podrá efectuarse con redes y líneas manuales que pueda utilizar individualmente el pescador;

VI. Las actividades pesqueras se realizarán sujetándose a lo previsto en la Norma Oficial Mexicana NOM-064-SAG/PESC/SEMARNAT-2013, Sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya;

VII. La agricultura y ganadería se realizarán únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se permitan el desarrollo de tales actividades, procurando en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área;

VIII. La restauración de ecosistemas se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;

IX. La erradicación o control de especies de vida silvestre que se tornen perjudiciales, se realizará conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría, con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;

X. La reintroducción de vida silvestre se realizará con fines de repoblación de las especies nativas de ejemplares de la misma especie o subespecie, según sea el caso, para reforzar una población silvestre disminuida; o restituir una población desaparecida o en recuperación, siempre que con dicha reintroducción no se afecte a otras especies existentes en el área, incluidas aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;

XI. Respetar la señalización marítima, rutas de navegación y áreas de fondeo ya establecidas por las autoridades competentes y por el Programa de Manejo;

XII. El mantenimiento y construcción de infraestructura se realizarán únicamente en las subzonas en las que el Programa de Manejo lo permita y se ejecutarán conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;

XIII. La construcción de instalaciones de apoyo para las actividades permitidas dentro de la zona de amortiguamiento se ejecutarán de acuerdo a lo previsto en las reglas específicas para cada una de esas actividades, y

XIV. Las demás modalidades que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece para las subzonas correspondientes.

Vinculación: A pesar de que parte de las obras y actividades del Proyecto no se encuentra en la Zona de Amortiguamiento, se dará cumplimiento a este artículo, debido a que el mejoramiento de la línea de costa se llevará a cabo con la finalidad de prevenir la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos.

Artículo 9. Dentro de la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, queda prohibido:

I. Arrojar, verter, almacenar, descargar o depositar desechos derivados de actividades altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, que pueden afectar el equilibrio ecológico o el ambiente; así como desechar otras sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y pesticidas, o los envases que las contienen;

II. Construir confinamientos o terminales de almacenamiento de materiales y sustancias peligrosas;

III. Construir sitios de disposición final o rellenos sanitarios de residuos sólidos, salvo el mantenimiento y mejoramiento de los existentes;

Decreto de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
<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>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>VI. Introducir 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>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>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>X. Usar explosivos, salvo para las actividades que en el ejercicio de sus atribuciones requiera la Secretaría de Marina;</p> <p>XI. Realizar exploración y explotación tanto minera como de hidrocarburos y extracción de material pétreo;</p> <p>XII. Carga, descarga, recarga y almacenamiento de hidrocarburos en zonas arrecifales;</p> <p>XIII. Verter aguas de lastre y achicar sentinas, salvo en situaciones de emergencia cuando se trate de embarcaciones mayores, y</p> <p>XIV. Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; de Vida Silvestre; de Pesca y Acuicultura Sustentables, y demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>
<p>Vinculación: Se cumple toda vez que el Proyecto no pretende realizar ninguna de las obras señaladas en este Artículo 9. De manera particular, en lo referente a su fracción IX con las actividades planteadas se valora la suspensión de sedimentos, sin embargo, esto se deberá a las acciones de recuperación de playa y la extracción de arena, que se someten a evaluación de impacto ambiental por medio de este manifiesto, además de que se contarán con las medidas requeridas para prevenir afectación a los ecosistemas involucrados, de modo que no se contraviene lo establecido en esta fracción.</p>
<p>Artículo 10. Quienes realicen actividades dentro de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, estarán obligados a conservar el área de acuerdo con lo dispuesto en el presente Decreto, el Programa de Manejo a que se refiere el Artículo Décimo Quinto del presente instrumento y las disposiciones jurídicas aplicables.</p>
<p>Vinculación: Se cumple pues en la realización del Proyecto se está considerando lo dispuesto en el Decreto, el Programa de Manejo de esta ANP y las demás disposiciones jurídicas.</p>

Tabla 3. 16. Vinculación del Proyecto con las actividades permitidas y no permitidas establecidas en el programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum - Sian Ka'an	
Actividades permitidas	Vinculación
<p>1. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre</p> <p>2. Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales</p> <p>3. Educación ambiental</p> <p>4. Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, únicamente en el polígono de Playa del Carmen</p> <p>5. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos</p> <p>6. Investigación científica</p>	<p>El presente Proyecto se presenta a evaluación de impacto ambiental, para solicitar, entre otras obras, la autorización de extracción de arena en el polígono descrito en el Capítulo 2, dando cumplimiento a lo establecido en esta lista.</p> <p>Asimismo, y como se puede corroborar en la Figura 3. 3, el área en donde se realizará la extracción de arena pertenece a la Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum-Sian Ka'an, por lo que se asegura su compatibilidad.</p>

Subzona de Uso Público Playa del Carmen y Tulum - Sian Ka'an	
<p>7. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria 8. Monitoreo del ambiente 9. Navegación 10. Pesca comercial 11. Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, únicamente en el polígono de Playa del Carmen 12. Pesca de fomento 13. Turismo de bajo impacto ambiental: Banana y parasail, únicamente en el polígono de Playa del Carmen; Buceo autónomo, Buceo tipo snuba, Buceo libre en su modalidad esnórquel, Kayak, kitesurf, paddle board, velerismo, tabla vela o similares; y Observación de vida silvestre.</p>	
Actividades no permitidas	Vinculación
<p>1. Acuicultura 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos, hábitats de pastos marinos y de humedales y manglares 3. Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca comercial de escama, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, pesca de fomento y monitoreo del ambiente 4. Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales 5. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hídricos 6. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras 7. Realizar actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) 8. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones 9. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para recuperación de playas y colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales 10. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas 11. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente 12. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino</p>	<p>Se da cumplimiento a lo establecido en esta lista, ya que el Proyecto configura la excepción descrita en el concepto número 9, considerando que la naturaleza y objetivo primordial es recuperar la línea de costa, playa, la instalación de hábitats artificiales y solo en caso de que el sistema lo requiera la integración de una duna costera.</p>

3.4.8. Instrumentos de Ordenamiento Territorial

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su artículo 26 que el Estado Mexicano organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, señalando mecanismos de participación que acumulen las demandas de la sociedad para ser incorporadas a un plan y programas de desarrollo al que se someterán los programas de la Administración Pública Federal al cual también se apegarán estados y municipios.

Asimismo, y tal como lo prevé el artículo 2º de la Ley de Planeación, el Sistema Nacional de Planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país, y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

De esta manera, encontramos que en los tres niveles de gobierno de nuestro país se han generado diversos instrumentos de planeación que tienen por objeto definir los alcances y objetivos de las políticas públicas nacionales en materia económica, ambiental, urbana, turística, entre otras; los cuales a continuación se vinculan con el Proyecto.

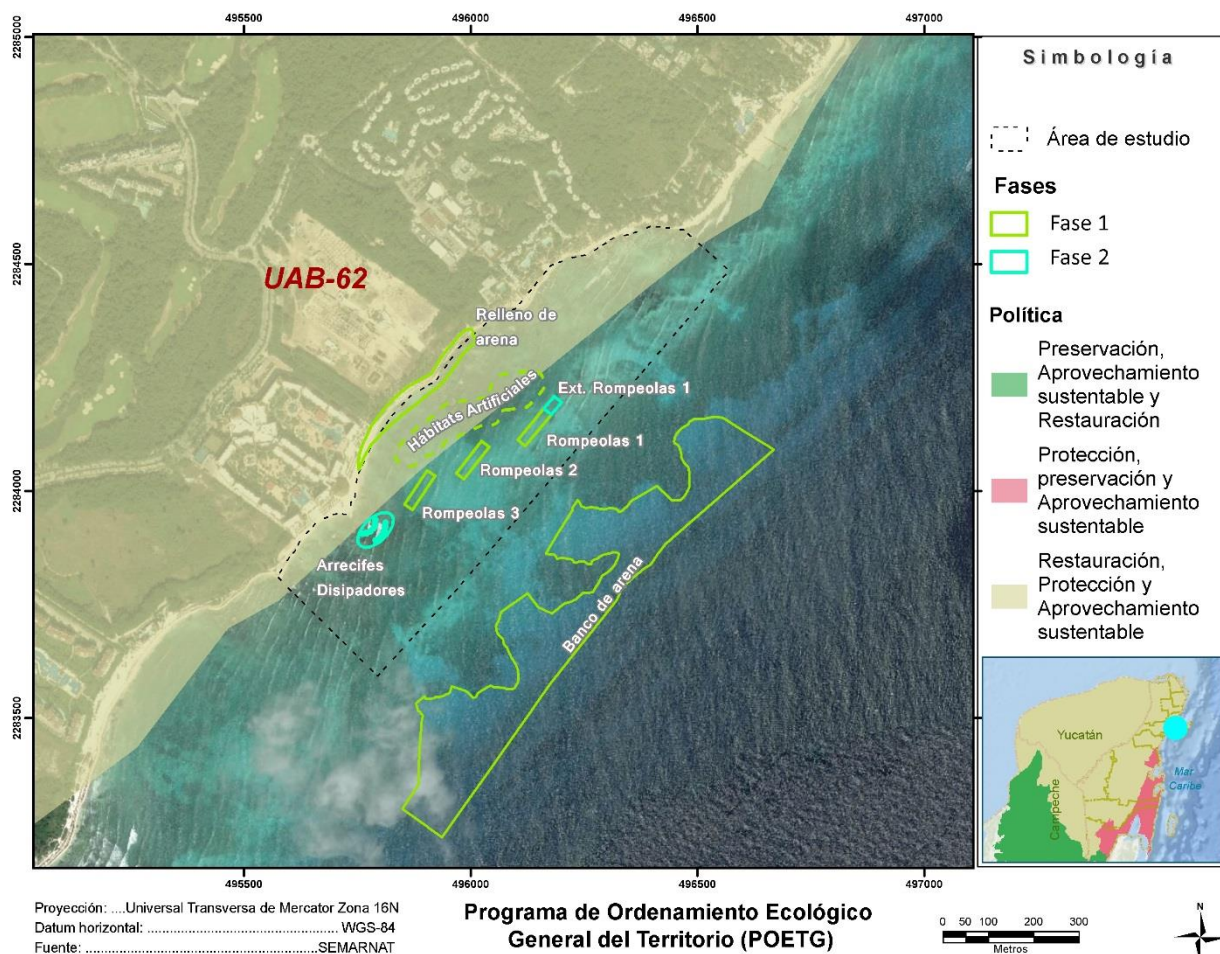
3.4.8.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)²⁶ tiene por objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la Nación ejerce su soberanía, identificando áreas de atención prioritaria en materia ambiental. Este clasifica al país en 80 Regiones Ecológicas y 145 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) que han sido generadas y regionalizadas conforme a cuatro criterios: (i) clima, (ii) relieve, (iii) vegetación, y (iv) suelo.

El Proyecto se localiza dentro de la Región Ecológica número 17.33 y la UAB número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo (Figura 3. 4). Las estrategias sectoriales de esta UAB están enfocadas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

²⁶ Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [POEGT]. Diario Oficial de la Federación, 07 de septiembre de 2012.

Figura 3. 4. Ubicación del Proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.



Las características de las UAB 62 se describen en la Tabla 3. 17.

Tabla 3. 17. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

Clave región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria
17.33	62	Karst de Yucatán y Quintana Roo	Preservación de Flora y Fauna Turismo	Desarrollo Social y Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	Restauración, protección y aprovechamiento sustentable	Alta

El 07 de septiembre de 2012 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio”, en dicho acuerdo se indica lo siguiente:

“De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE). Se lleva a cabo a través de programas en diferentes niveles de aplicación y con diferentes alcances, así tenemos: el General, los Marinos, los Regionales y los Locales. La formulación, aplicación y evaluación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y de los Marinos, es facultad de la Federación, la cual se ejerce a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, específicamente, a través de la Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental, en coordinación con la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología.

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la APF - a quienes está dirigido este Programa - que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.”

En vista de lo anterior se advierte que el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, contiene estrategias dirigidas a la Administración Pública Federal, por lo tanto, únicamente son de observancia para efectos de este Proyecto. Sin embargo, a efecto de demostrar que el Proyecto da puntual cumplimiento a las estrategias planteadas por el POEGT correspondientes a la UAB 62 y aplicables al Proyecto, se ha desarrollado el siguiente análisis y ejercicio de vinculación únicamente respecto de las estrategias que resultan directamente aplicables al Proyecto (Tabla 3. 18). Aquellas estrategias correspondientes a la UAB 62 que no se mencionan en el cuadro siguiente no resultan aplicables al Proyecto.

Tabla 3. 18. Vinculación del Proyecto con los criterios del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Estrategias UAB 62	
Estrategias	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
Mediante la presente manifestación de impacto ambiental se exponen en forma precisa las justificaciones técnicas que evidencian que el proyecto se encuentra en cumplimiento de las estrategias señaladas en esta sección, por lo que no existirá riesgo de un desequilibrio ecológico, debido a las medidas de mitigación establecidas.	
Preservación	
1.- Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Las obras y actividades que integran el Proyecto tendrán como principal objetivo la recuperación, conservación y protección del ecosistema costero en que se encuentra inmerso el Proyecto.
2.- Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto contempla un Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, descrito en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental; el cual incluye acciones de rescate y reubicación de biota marina, con especial énfasis en las especies consideradas en riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3.- Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	La promotora ha realizado los estudios de caracterización de los ecosistemas y biodiversidad existentes, para conocer su condición actual. Además, el Proyecto contempla la implementación de un Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, descrito en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental; el cual incluye acciones de rescate y reubicación de organismos marinos, así como un Programa de Monitoreo Ambiental y Programa de Supervisión Ambiental, que contemplan acciones relacionadas al monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
Aprovechamiento sustentable	
4.- Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales;	El Proyecto contempla el aprovechamiento sustentable del ecosistema costero y los recursos naturales presentes en él, puesto que en primer término el objetivo del mismo es recuperar y proteger los elementos constitutivos del ecosistema costero, como la playa, el sistema de duna y la línea de costa frente al hotel Secrets Moxche, para mantener, incrementar y proteger su valor ambiental y que esta área pueda continuar siendo receptora de biodiversidad, y disfrutada tanto por turistas como población local en el corto, mediano y largo plazo e indirectamente proteger a otros ecosistemas, como las comunidades de manglar cercanas al Proyecto. Adicionalmente, todos los trabajos planteados en esta manifestación de impacto ambiental proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier impacto que pudiera presentarse en su desarrollo e implementación, mismos que se integran en

Estrategias UAB 62	
	un SMGA para el Proyecto, y que están contenidos en el Capítulo 6 de este manifiesto.
8.- Valoración de los servicios ambientales.	<p>El Proyecto da cumplimiento a esta estrategia ya que la propuesta y necesidad de llevar a cabo el mismo deriva de la valoración que la promovente, ha dado al ecosistema costero y sus componentes (playa, duna y línea costera) y los servicios ambientales que éstos proveen, no sólo como atractivo estético y paisajístico en materia turística, sino como una expresión clara de los servicios que el medio ambiente otorga sin necesidad de dañarlo o impactarlo negativamente.</p> <p>Además de la recuperación que pretende el Proyecto, debe destacarse también el componente de protección, pues la recuperación del ecosistema costero podría ser nula sino se genera la infraestructura de protección necesaria para que dicha recuperación no se pierda, de ahí la importancia de los elementos de protección considerados en el Proyecto, descritos en el Capítulo 2 de esta manifestación de impacto ambiental.</p>
Protección de los recursos naturales	
12.- Protección de los ecosistemas.	Como se ha señalado anteriormente, el objetivo del Proyecto no se refiere únicamente a la recuperación del ecosistema costero, sino, a la generación de condiciones positivas para la protección de los diferentes ecosistemas y recursos naturales que los integran y que colindan con el área de desarrollo del Proyecto, así como la flora y fauna presente en dichos hábitats.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
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).	Por lo que se refiere a esta sección, el Proyecto tiene como uno de sus muchos efectos benéficos al medio ambiente, mantener y acrecentar la demanda turística del hotel Secrets Moxche, y de la zona en general, mediante la restauración, conservación, mantenimiento y protección del ecosistema costero colindante al mismo; conservando y mejorando la relación consumo-beneficio del turista a esa zona puesto que el escenario paisajístico que disfrutará sin duda alguna generará una mejor experiencia al visitante que, implícitamente supone un mecanismo automático de promoción al destino, lo que implica además, <i>a posteriori</i> , más y mejores empleos para la población de la región y, por supuesto, un mayor desarrollo regional de tipo sustentable.

A la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es claro que el Proyecto se encuentra alineado y es congruente y consistente con las políticas y estrategias del POEGT que le son aplicables.

3.4.8.2. 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 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC)²⁷ es el instrumento de política ambiental desarrollado para fortalecer la sustentabilidad de mares y costas, teniendo como fin la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Es un elemento integrador de políticas públicas que permite dar un marco coherente a las acciones en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación de los mares, protección a los recursos marinos, combate la marginación y orienta el desarrollo hacia la sustentabilidad.

El POEMyRGMMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Modelo de Ordenamiento Ecológico

1. Lineamientos Ecológicos, que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.
2. Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales.
 - Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo a su ubicación.
 - El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Instrumentalmente, el POEMRGMMyMC contiene una caracterización de la región costero-marina del Golfo de México y el Mar Caribe, así como un diagnóstico de problemáticas ambientales detectadas en la región y un pronóstico respecto de las mismas, así como propuestas para la solución de dichas problemáticas, incorporando lineamientos y estrategias ecológicas para la generación de condiciones de desarrollo sustentable mediante la identificación de aptitudes sectoriales de desarrollo de la región.

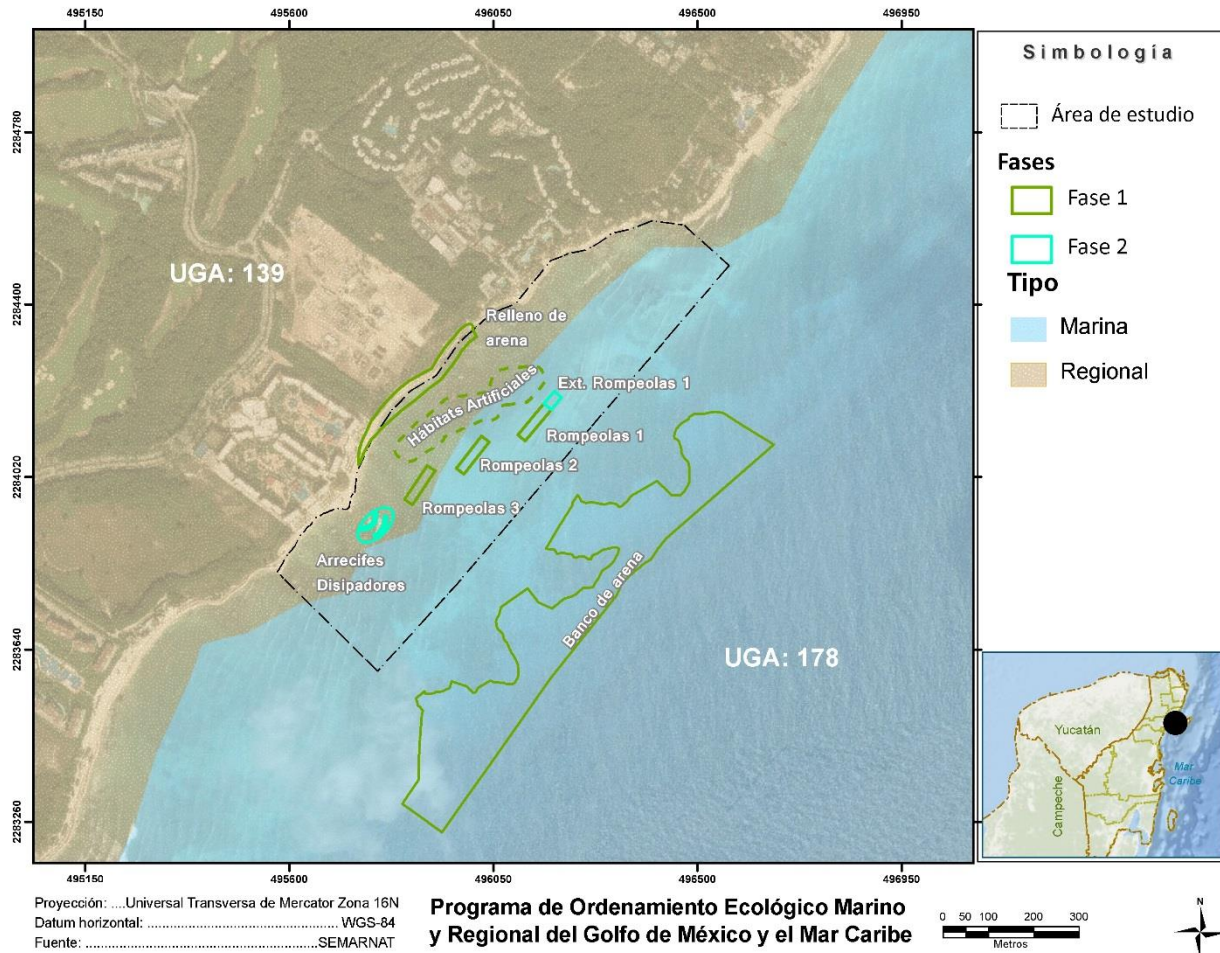
Al respecto y en relación directa con el Proyecto, el POEMRGMMyMC señala, en cuanto al sector turismo, que la región presenta una amplia diversidad en paisajes generando condiciones

²⁷ Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa [POEMyRGMMyMC] Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012.

favorables para el país y menciona además que en la Región Sur (que abarca la península de Yucatán y el estado de Quintana Roo, dentro del cual se encuentra el área de desarrollo del Proyecto), existe una vocación para el turismo de alto impacto y para el ecoturismo, cuestión que se vincula directamente con la existencia y preservación de playas con alto valor paisajístico, lo que se a su vez se relaciona directamente con los propósitos del Proyecto descrito en el Capítulo 2 de esta manifestación de impacto ambiental.

En el POEMyRGMyc, el Proyecto se ubica dentro de las Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 139 - Solidaridad y 178 - Zona Marina de Competencia Federal (Figura 3. 5).

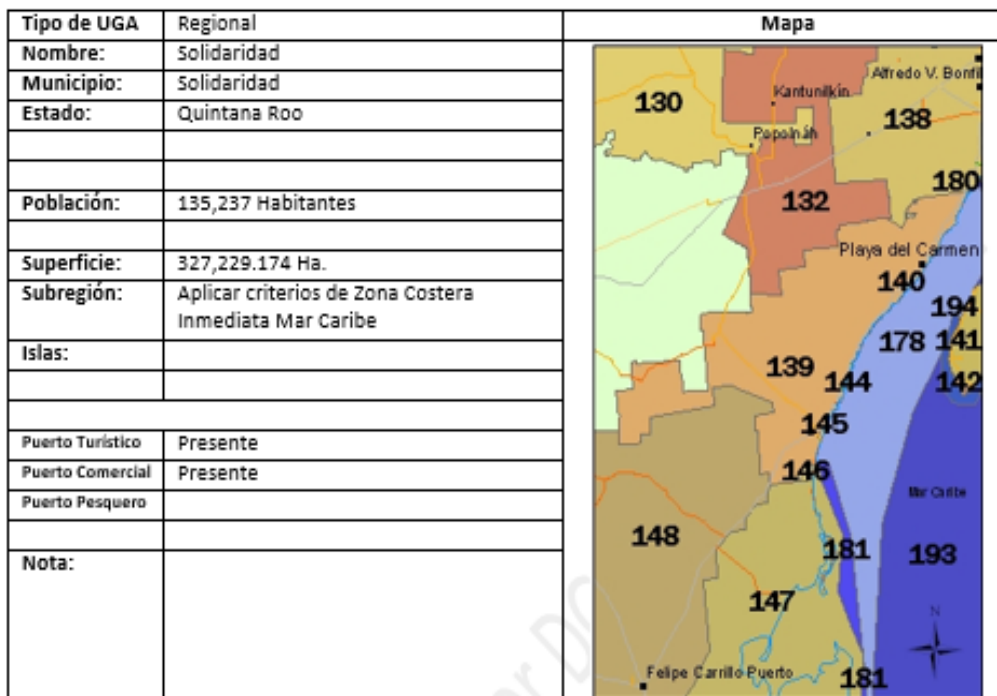
Figura 3. 5. Ubicación del Proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



En la Figura 3. 6 y Figura 3. 7 se presentan las características de cada UGA y las acciones aplicables al Proyecto:

Figura 3. 6. Ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 139 – Solidaridad, Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Unidad de Gestión Ambiental #:139



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

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

NA = NO APLICA

Figura 3. 7. Ubicación, extensión y acciones aplicables a la UGA 178 – Zona Marina de Competencia Federal, Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Unidad de Gestión Ambiental #:178

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

A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

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

NA = NO APLICA

En la Tabla 3. 19 se presentan las acciones generales establecidos por el POEMyRGMMyMC, en la Tabla 3. 20 se presentan las acciones específicas aplicables a la UGA 139 y 178, así como la vinculación del Proyecto con éstas.

Tabla 3. 19. Acciones generales establecidas por el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Acciones Generales	
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.
	No aplica para el Proyecto.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.
	No aplica para el Proyecto.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.
	La promovente no tiene considerado la creación de una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la norma oficial mexicana, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).
	La promovente no pretende realizar actividades extractivas de flora y fauna en ninguna de las etapas del proyecto. Se realizarán actividades de rescate y reubicación de organismos marinos observados en las áreas de instalación de las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, así como en el banco marino para la extracción de sedimentos, poniendo especial atención en las especies consideradas en riesgo. Los ejemplares serán reubicados en ambientes similares dentro del sistema ambiental regional.
	Las especies de coral que serán utilizadas en el vivero y para la colonización de los hábitats artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.
	La promovente no tiene considerado establecer bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
	Si bien en el Capítulo 2 se señalan los procesos mediante los cuales se podrán generar GEI, para el cumplimiento del criterio, la maquinaria y equipo de combustión interna que sean utilizados para el desarrollo del Proyecto, en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de bonos de carbono.
	No aplica para el Proyecto.
G008	El uso de organismos genéticamente modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente
	La promovente no tiene considerado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

Acciones Generales	
	El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad de la promovente. No se omite manifestar que la realización del Proyecto no tiene contemplado realizar ningún tipo de comunicaciones terrestres.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
	No aplica para el Proyecto.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
	El Proyecto propone la implementación de medidas adecuadas de mitigación y compensación de los impactos que se prevé serán generados durante la construcción y operación de las obras y actividades que conforman el Proyecto en sus diferentes etapas (lo anterior se verifica en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental); a través de lo anterior, se minimizan y mitigan las posibles afectaciones producidas por el Proyecto.
	Asimismo, el Proyecto minimizará diversas afectaciones al ecosistema costero de la región, ocasionadas por eventos hidrometeorológicos, proceso erosivo y del cambio climático. Además, se destaca que las obras y actividades del Proyecto se realizarán dentro del marco legal regulatorio, tal y como se demuestra a lo largo de este capítulo.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.
	No aplica para el Proyecto.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.
	Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente no tiene visualizado en ninguna de las etapas que integran el Proyecto, la introducción de ningún tipo especie potencialmente invasora.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.
	No aplica para el Proyecto.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.
	No aplica para el Proyecto.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.
	No aplica para el Proyecto.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
	No aplica para el Proyecto.
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.
	No aplica para el Proyecto.
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.

Acciones Generales	
	Este criterio es aplicable para las autoridades, no para la empresa promovente. Sin perjuicio de lo anterior, no se omite manifestar que el Proyecto se implementará apegado a lo señalado en los Programas de Desarrollo y Ordenamiento Urbano y Territorial aplicables, publicados por las autoridades competentes.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
	No aplica para el Proyecto.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
	No aplica para el Proyecto.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
	No aplica para el Proyecto.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.
	No aplica para el Proyecto.
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.
	No aplica para el Proyecto.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
	En la rehabilitación, consolidación y estructuración de la duna se emplearán especies nativas propias del hábitat costero de la región.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
	No aplica para el Proyecto.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.
	El cumplimiento del presente criterio es responsabilidad de las autoridades competentes, sin embargo, de ser posible y si las necesidades operativas del Proyecto lo permiten, se instalarán equipos para el aprovechamiento de energías alternativas para cubrir parte de las necesidades del Proyecto.
G028	Promover el uso de energías renovables.
	El cumplimiento del presente criterio es responsabilidad de las autoridades competentes, sin embargo, de ser posible y si las necesidades operativas del Proyecto lo permiten, se instalarán equipos para el aprovechamiento de energías alternativas para cubrir parte de las necesidades del Proyecto.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.
	El Proyecto considerará el uso de equipos ahorradores de energía durante todas las etapas del desarrollo del Proyecto.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
	No aplica para el Proyecto.
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.

Acciones Generales	
	Para el cumplimiento del presente criterio, en el Proyecto se usará maquinaria y equipo en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de contaminantes que contribuyen al calentamiento global. Asimismo, si las necesidades operativas del Proyecto lo permiten, la promovente optará por usar equipos que no requieran de combustibles fósiles para su funcionamiento.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
	No aplica para el Proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.
	No aplica para el Proyecto.
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.
	No aplica para el Proyecto.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.
	No aplica para el Proyecto.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.
	No aplica para el Proyecto.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
	No aplica para el Proyecto.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
	No aplica para el Proyecto.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
	Esta es una obligación aplicable a la autoridad y no a la promovente. Sin embargo, es preciso señalar que el Proyecto cumple de manera integral con los lineamientos y criterios establecidos en los diversos instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, coadyubando con la autoridad en términos del presente criterio.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el programa nacional de auditoría ambiental.
	No aplica para el Proyecto.
G041	Fomentar la elaboración de programas de desarrollo urbano en los principales centros de población de los municipios.
	No aplica para el 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.
	No aplica para el Proyecto.

Acciones Generales	
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.
	Esta es una obligación vinculante a la autoridad y no a la promovente. No se omite manifestar que el Proyecto consiste principalmente en la recuperación del litoral costero, para mejorar las condiciones ambientales del ecosistema, favoreciendo la anidación de tortugas marinas.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.
	No aplica para el Proyecto
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
	No aplica para el Proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.
	No aplica para el Proyecto.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.
	No aplica para el Proyecto.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.
	Si bien este criterio es aplicable a la autoridad, el Proyecto en su SMGA, considera la implementación del Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales, para prevenir y atender contingencias que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.
	No aplica para el Proyecto.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.
	No aplica para el Proyecto.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.
	Este criterio es aplicable para las autoridades y no para el promovente. Sin embargo, el Proyecto considera la implementación de pláticas para el manejo adecuado de residuos dirigidas a los trabajadores temporales y de todas aquellas personas que se involucren de manera directa o indirecta con el Proyecto.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).
	Este criterio es aplicable para la autoridad y no para la promovente. Sin perjuicio de lo anterior, el Proyecto implementará medidas adecuadas para el manejo de los residuos mencionados en el presente criterio, siendo descritas en el Capítulo 6 del presente manifiesto.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.
	No aplica para el Proyecto.

Acciones Generales	
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
	No aplica para el Proyecto.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.
	No aplica para el Proyecto.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
	No aplica para el Proyecto.
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.
	La promovente en cumplimiento del presente criterio manifiesta que el manejo integral de los residuos considerados como peligrosos que puedan ser generados durante las diferentes etapas de construcción que integran el Proyecto, se realizará de conformidad a lo establecido en la legislación ambiental vigente, en términos de lo señalado en el Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, que se describe en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental.
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.
	Considerando que el banco de arena propuesto se encuentra dentro de una subzona de la RBCM, se plantean diversas medidas con el fin de preservar la calidad ecológica y las características ambientales de esta Subzona.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.
	<p>Para dar cumplimiento al presente criterio, la promovente manifiesta que se tomarán las medidas necesarias para minimizar todo impacto sobre la vegetación acuática, generado por la construcción de las obras de protección costera (rompeolas), la instalación de los arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, contemplados en el Proyecto; evaluando los impactos potenciales (Capítulo 5) y estableciendo las medidas pertinentes para prevenirlos, mitigarlos y compensarlos (Capítulo 6).</p> <p>Así mismo, es importante señalar que la ubicación de las estructuras a construirse o instalarse en el medio marino, están sustentadas en un análisis de factibilidad ambiental para la construcción de obras, realizado con el objetivo de minimizar los impactos tanto en comunidades como ambientes, colocando las estructuras en las zonas de menor afectación. El análisis consideró como principal insumo el estudio de caracterización ambiental marina realizado para el Proyecto.</p> <p>De acuerdo a lo anterior la mayor parte de las obras en la zona marina se desplantarán en mayor medida sobre el ambiente marino definido como arenal somero (62.06%), que registra muy poca presencia de vegetación marina, y en menor medida sobre los ambientes de laja con sedimentos y algas (1.81%), laja con algas (19.94%) y laja rugosa con algas (4.37%), que representan el 3.25%, 0.11%, 0.38% y 0.54% del área ocupada por cada uno de estos ambientes en el SAR.²⁸</p>

²⁸ Nota: Es preciso señalar que en el análisis para obtener estas superficies únicamente fueron consideradas las estructuras de protección costera (rompeolas), la extensión del rompeolas RI y el relleno de playa. Fueron excluidos los datos correspondientes a los hábitats artificiales y arrecifes disipadores, debido a que para estos únicamente fueron definidos polígono generales de actuación y el aprovechamiento será puntual, no se realizará en toda su superficie (ver Capítulo 2).

Acciones Generales	
	Aunado a lo anterior se espera que a futuro las estructuras colocadas (obras de protección costera, arrecifes disipadores y hábitats artificiales) sean colonizadas por flora y fauna marina.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.
	Para el cumplimiento del presente criterio se debe de entender que el conjunto de obras, se realizará conforme se explica en la presente manifestación de impacto ambiental. Los procesos constructivos, instrumentos, maquinaria y materiales que se utilizarán en el Proyecto han sido seleccionados con el objetivo de prevenir y evitar al máximo cualquier posible contaminación al medio ambiente marino. Adicionalmente el SMGA propuesto en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental, incluye las medidas y planes de acción aplicables ante el eventual y lejano escenario de contaminación marina, incluyendo la generada por hidrocarburos y fuga de sedimentos.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
	No aplica para el Proyecto.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
	Este criterio es responsabilidad de la Autoridad, por lo que no aplica para el 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.
	No aplica para el Proyecto.
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.
	En atención a este criterio se exhorta a la autoridad evaluadora considerar la opinión de la Dirección de la RBCM, conforme a lo establecido en su Decreto y programa de manejo y lo manifestado en este estudio de impacto ambiental, y de manera particular para la actividad de extracción de arena.

Tabla 3. 20. Acciones específicas aplicables a la UGA 139 y 178.

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	✓	✓
	No aplica para el Proyecto.		
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	✓	-
	Hasta el momento de la presentación de este manifiesto, el área del Proyecto no cuenta con registro de anidación de tortugas marinas en la playa, sin embargo, la promotora tomará las medidas necesarias para no afectar a estos organismos en caso de un avistamiento. Además, el promovente del Proyecto se sumará a los esfuerzos de protección y conservación de las tortugas marinas en caso de ser necesario.		
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	✓	-
	El presente criterio es obligación de las autoridades facultadas para la inspección y vigilancia de la zona donde anidan y se reproducen las tortugas. En este sentido, el criterio no es vinculante para el Proyecto o la empresa promotora. Sin perjuicio de lo anterior, la promotora en cumplimiento de las leyes ambientales, así como de los tratados internacionales del que forma parte el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, atiende al cuidado de estas especies considerando en este manifiesto, en su Capítulo 6, el Subprograma de Protección de Tortugas Marinas, así como su vinculación con el apartado 3.4.12.2, correspondiente a la NOM-162-SEMARNAT-2012, la cual establece especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.		
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	✓	-
	El presente criterio no es aplicable al Proyecto, es obligación de la autoridad el cumplimiento de este criterio. En este sentido, el criterio no es vinculante para el Proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, la empresa promotora no omite que coadyuvará en acciones para fortalecer de manera conjunta con las instituciones pertinentes la conservación de las tortugas marinas; lo anterior sin que sea óbice de que, al momento de la presentación de esta manifestación de impacto ambiental, no se ha encontrado evidencia de anidación de tortugas marinas.		
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	✓	-
	El proyecto no considera la instalación de infraestructura, el principal objetivo es la protección y restauración de un área que presenta un fuerte proceso de degradación, ocasionado por la erosión costera por lo que su implementación generará mejoras ambientales al ayudar a disminuir el retroceso de la línea de costa. Además, y como se describe en el Capítulo 2 de este manifiesto, en caso de que a partir de los monitoreos que se realizarán tras la implementación de la Fase I del Proyecto se determine la estabilidad del sistema, se consolidará y estructurará una duna artificial que brindará mayor protección al sistema.		
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la ley de navegación y comercio marítimo.	✓	✓
	La promotora del Proyecto en cumplimiento del presente criterio, manifiesta que durante las etapas de implementación del Proyecto no contempla la introducción de especies invasoras.		

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO. La implementación de estas acciones corresponde a las autoridades, no se omite manifestar que la naturaleza del Proyecto es la restauración del perfil costero por medio de soluciones integrales que abarcan desde el sistema marino hasta la duna.	✓	-
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las anp existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del aso. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la norma oficial mexicana, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestre-categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010). El cumplimiento del presente criterio no es responsabilidad directa de la promovente, sin embargo, no se omite manifestar que el proyecto en su Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas comprende acciones de rescate y reubicación de organismos marinos en las áreas de aprovechamiento del Proyecto, con principal énfasis en las especies consideradas en riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que la ubicación de las estructuras a construirse o instalarse en el medio marino, están sustentadas en un análisis de factibilidad ambiental para la construcción de obras, realizado con el objetivo de minimizar los impactos tanto en comunidades como ambientes, colocando las estructuras en las zonas de menor afectación. 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.	✓	✓
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, y demás normatividad aplicable. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO. No aplica para el Proyecto.	✓	-
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos. No aplica para el Proyecto.	✓	✓
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable. El cumplimiento de este criterio es de obligación para las autoridades competentes. Sin embargo, la promovente no omite manifestar que se establecerán las medidas de control, preventivas y de	✓	✓

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
	mitigación necesarias para minimizar los efectos que se pudieran ocasionar por las actividades de construcción del Proyecto.		
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	✓	-
	El presente criterio no es aplicable a la promovente, se debe de entender que el Proyecto no está relacionado con la industria, no se omite manifestar que la promovente dará cumplimiento al criterio, haciendo que la maquinaria y equipo utilizados en cualquiera de las etapas que integran el Proyecto, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.		
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	✓	✓
	Para dar cumplimiento al presente criterio, en caso de generarse, el manejo de los residuos peligrosos se hará de manera adecuada, conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.		
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "limpias" y "ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el aso y su área de influencia. fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	✓	-
	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura en la playa, la finalidad consiste en mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de la playa. Únicamente se considera la disposición temporal, durante la fase de construcción, de una zona de embarque (ver Capítulo 2).		
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	✓	-
	El proyecto no contempla la instalación de infraestructura en la duna, el objeto del Proyecto consiste en mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de la playa.		
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	✓	✓
	Para dar cumplimiento al presente criterio la promovente del Proyecto, manifiesta que la finalidad del Proyecto es precisamente la recuperación de las condiciones originales de la playa y la construcción de infraestructura en la parte marina (rompeolas) y arrecifes disipadores, para proteger la costa del oleaje incidente, los eventos naturales extremos (tormentas y huracanes), y los efectos del cambio climático, y detener el proceso erosivo que presenta.		
	De acuerdo a los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos, mismos que se pueden consultar en el Capítulo 4 de este manifiesto y sus anexos, no se detectan efectos colaterales negativos en el análisis para la implementación del proyecto integral, por lo que en ningún momento se verá interrumpido el flujo de la corriente a lo largo de la playa. Además, el Proyecto contribuirá a continuar la línea de protección del perfil costero que ya han establecido otros proyectos de protección para la costa presentes en el sistema ambiental.		
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	✓	✓
	El Proyecto desde su conceptualización ha establecido utilizar tecnológicas enfocadas en mitigar las posibles afectaciones negativas por la presencia de estructuras en la parte marina (rompeolas),		

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
	<p>para lo cual el Proyecto ha contemplado usar modelos de simulación matemáticos para evaluar y predecir lo que ocurrirá al colocar la infraestructura.</p> <p>El desarrollo de ingeniería utilizada para el relleno de arena procedente de un banco marino es utilizado en países como: Holanda, Bélgica, Estados Unidos España y Japón; este método es factible siempre y cuando se verifique la compatibilidad del material a verter y se compruebe que las características del grano son similares al de la arena del sitio.</p>		
A031	<p>Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.</p>	✓	-
	<p>El Proyecto cumple con el presente criterio, ya que tiene previsto la preservación de las barras arenosas mediante la construcción de los rompeolas y arrecifes disipadores, descritos en el Capítulo 2. Para lo cual se pretende aprovechar un banco marino cuya compatibilidad del grano arenoso a verter en la zona de playa presenta características similares al de la arena del sitio.</p>		
A033	<p>Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.</p>	✓	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A037	<p>Promover la generación energética por medio de energía solar.</p>	✓	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A038	<p>Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.</p>	✓	-
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A039	<p>Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.</p>	✓	-
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A040	<p>Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.</p>	✓	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A042	<p>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.</p>	-	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A044	<p>Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.</p>	✓	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A045	<p>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</p>	-	✓
	<p>No aplica para el Proyecto.</p>		
A046	<p>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.</p>	✓	✓
	<p>El Proyecto considera, durante la etapa de construcción, la utilización de embarcaciones, por lo que se contemplan las medidas correspondientes para que los residuos que se generen se dispongan en tierra, en los contenedores definidos para tal efecto, en diversas áreas del Proyecto.</p> <p>Así mismo para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame por hidrocarburos, las cargas de combustible y servicios mecánicos necesarios para las embarcaciones realizarán fuera del área del Proyecto en una marina de resguardo.</p>		

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
	Las embarcaciones también estarán preparadas para que en caso de que se presente un derrame de hidrocarburos, coloquen en poco tiempo equipo antiderrames que ayudará a contener y recuperar los hidrocarburos.		
A047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	-	✓
	No aplica para el Proyecto.		
A048	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	-	✓
	No aplica para el Proyecto.		
A050	Promover el desarrollo de programas de desarrollo urbano y programas de conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. asegurar el manejo integral de los residuos peligrosos.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	✓	-
	La promovente del Proyecto cumplirá con el criterio apegándose a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, su respectivo Reglamento y demás disposiciones normativas aplicables, así como lo especificado en el Programa de Manejo Integral de Residuos desarrollado para el Proyecto, el cual es mencionado en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.		
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	✓	--
	La empresa promovente, se cerciorará de que los residuos que puedan generarse, sean entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.		
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	✓	
	Durante las diferentes etapas del Proyecto, en la zona costera, se llevará a cabo la colecta de los residuos sólidos urbanos que se generan para su posterior entrega a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su disposición final.		
A071	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 presente Proyecto tiene como objetivo principal mejorar la playa que se encuentra frente al hotel Secrets Moxche, para permitir un uso seguro y cómodo por parte de los visitantes. Estas acciones son realizadas mediante una fuerte inversión del sector privado, sin generar gasto o participación alguna para el gobierno. El Proyecto mediante los diferentes estudios y análisis que integran la manifestación de impacto ambiental garantiza la no afectación del ecosistema. Autorizado el Proyecto, éste se apegará a todos los términos y condicionantes que sean emitidas por la autoridad.		
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	✓	-

Clave	Acciones Específicas	UGA	
		139	178
	No aplica para el Proyecto.		
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	-	✓
	No aplica para el Proyecto.		
A074	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.	--	✓
	No aplica para el Proyecto.		
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	✓	-
	No aplica para el Proyecto.		

3.4.8.2.1 Criterios de Zona Costera Inmediata al Mar Caribe

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

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

De esta forma, se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica definidos para la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe (Tabla 3. 21) y la Zona Costera Inmediata al Municipio Solidaridad (Tabla 3. 22).

Tabla 3. 21. Vinculación del Proyecto con los criterios aplicables a la Zona Costero Inmediata al Mar Caribe.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe		
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El Proyecto no considera la construcción de ningún tipo de infraestructura en comunidades arrecifales. El proyecto contempla construir tres rompeolas los cuales se desplantarán sobre los ambientes marinos de Arenal somero, Laja con algas y Laja con sedimentos y algas. La instalación de los hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores se colocarán en ambientes de Arenal somero, Laja con algas

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe		
		<p>y Laja rugosa con algas. Los arrecifes disipadores se instalarán en Laja rugosa con algas y Laja con algas.</p> <p>El banco de arena para la extracción de sedimentos corresponde con ambientes de Arenal profundo, Arenal somero, Laja con algas y Laja con gorgonáceos. El relleno de playa se desplantará en parte de la porción marina en ambientes de Arenal somero, Laja con algas y Laja rugosa con algas.</p> <p>El mantenimiento de un vivero de coral y el posterior sembrado de las especies en los hábitats artificiales, proveerá de hábitat para diversas especies de organismos marinos y contribuirá en la preservación de la riqueza y diversidad de estos ecosistemas.</p>
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>La ubicación de las estructuras a construirse o instalarse en el medio marino, están sustentadas en un análisis de factibilidad ambiental para la construcción de obras, realizado con el objetivo de minimizar los impactos tanto en comunidades como ambientes, colocando las estructuras en las zonas de menor afectación. Es por ello que en el área de afectación directa para la construcción o instalación de infraestructura registra menos del 1% de presencia de pastos marinos.</p> <p>El banco marino donde se llevará a cabo la actividad de extracción de arena, registra en su mayoría menos del 6% de presencia de pastos marinos, con dominancia de la especie <i>Halodule wrightii</i>, cabe señalar que el polígono final del banco de arena es el resultado del análisis de las características ambientales que presentan los ambientes marinos, pues al igual que el análisis de la factibilidad ambiental para la construcción de obras, el polígono original del banco de arena fue redelimitado para minimizar lo más posible una afectación a ambientes con relevancia ambiental, en este caso el pastizal profundo registrado durante la caracterización ambiental marina.</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>No aplica para el Proyecto.</p>

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe		
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	No aplica para el Proyecto.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	No aplica para el Proyecto. Las especies de coral que serán utilizadas en el vivero y para la colonización de los hábitats artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	La promotente para el cumplimiento del presente criterio manifiesta que el Proyecto es sometido a evaluación de la autoridad competente por medio de la presente manifestación de impacto ambiental, misma que se encuentra fundamentada en una serie de análisis y estudios que garantizan la viabilidad técnica del Proyecto, no se omite manifestar que éste contará con todas las autorizaciones correspondientes.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	Como se ha señalado reiteradamente a lo largo de este capítulo, el Proyecto considera en su Capítulo 6 dentro del SMGA desarrollado para el mismo, todas las medidas preventivas y de control para evitar la contaminación marina y el vertimiento de hidrocarburos que accidentalmente pudieran producirse por alguna de sus obras o actividades.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Ninguna actividad del Proyecto se desarrollará en los periodos de tiempo señalados por este criterio.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	Aun cuando no se llevará a cabo alguna obra o actividad directa en arrecifes, para evitar cualquier daño y asegurar la preservación de los mismos, principalmente en la actividad de extracción de sedimento, se prevé la colocación de cortinas antidispersión de sedimentos entre las áreas marinas en que se desarrolle el Proyecto y las comunidades arrecifales cercanas, garantizando su protección.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe		
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.	Como se muestra en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental, el SMGA incluye en su Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas la elaboración y difusión de un reglamento interno con normas y buenas prácticas ambientales para todos los trabajadores, operarios y personal que participe en el Proyecto, durante el uso de las embarcaciones.
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.	<p>La promovente manifiesta que durante el desarrollo de las actividades para extracción de arena y relleno de playa serán utilizadas cortinas antidispersión de sedimentos, que deberán estar completas y en buenas condiciones, para evitar la dispersión de sedimentos que pudieran afectar los recursos naturales de la zona.</p> <p>Las cortinas anitidispersión de sedimentos se armarán y se colocarán cerca de las áreas de trabajo para evitar que los sedimentos viajen descontrolados, los sedimentos serán contenidos y caerán al fondo por gravedad. Se debe de entender que la arena no es ningún elemento toxico, ni representa un riesgo para el ecosistema.</p> <p>Lo anterior, tal y como se describe en el Capítulo 2 de esta MIA.</p>
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.	No aplica para el Proyecto.
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.	No aplica para el Proyecto.
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	No aplica para el Proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe	
	<p>protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p>

Tabla 3. 22. Vinculación del Proyecto con los criterios aplicables a la Zona Costero Inmediata al Municipio de Solidaridad.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad	
SOL-G-1	<p>Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.</p>
SOL-G-2	<p>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</p>
	<p>Toda vez que las actividades y obras que integran el Proyecto se incluyen dentro de las referidas por este criterio, se hace notar que esta manifestación de impacto ambiental ha considerado los impactos sinérgicos y/o potenciales que pudieran generarse por el Proyecto, mismos que se identifican y evalúan en el Capítulo 5 de esta manifestación de impacto ambiental. Además, se ha integrado un SMGA que se incluye en el Capítulo 6 de este manifiesto, que establece las medidas de prevención, mitigación y compensación de los mismos a efecto de evitar cualquier afectación ambiental y en razón de lo anterior, es que esas actividades del Proyecto se están sometiendo a evaluación de esta DGIRA mediante la presentación de esta manifestación de impacto ambiental.</p> <p>Como se ha señalado antes, se confirma que esta manifestación de impacto ambiental, particularmente en su Capítulo 6, se considera un SMGA que integra todas las medidas de mitigación, para los supuestos, mencionados por este criterio, que resulten aplicables al Proyecto.</p>

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
	vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.	
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.	No aplica para el Proyecto.
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 reflujos 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>El Proyecto se adecúa a la excepción establecida por este criterio pues su implementación se llevará a cabo precisamente con el objeto de conservar y restaurar las playas ubicadas frente al hotel Secrets Moxche, constituyéndose como una solución de manejo integral costero.</p> <p>De acuerdo a los modelos de simulación de oleaje, corriente y sedimentos no se detectan efectos colaterales negativos en el análisis para la implementación del proyecto integral, por lo que la dinámica del transporte litoral, así como los procesos costeros no se verán afectados.</p> <p>Además, esta propuesta se suma a la visión regional de restauración costera que otros proyectos han implementado, permitiendo contar con un mayor alcance en los esfuerzos de protección de la línea de costa.</p>
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.	<p>No aplica para el Proyecto, toda vez que no se realizarán descargas de ningún tipo.</p> <p>Durante la construcción los empleados utilizarán servicios sanitarios portátiles, el manejo de los residuos generados quedará a cargo de la empresa especializada y acreditada que sea contratada.</p>
SOL-G-6	Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.	No aplica para el Proyecto, toda vez que no se considera la utilización de 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	No aplica para el Proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
	Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciando así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema.	
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 anti fijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la 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 provocara 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.	No aplica para el Proyecto, toda vez que no se pretende el aprovechamiento de los recursos arrecifales.
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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-G-10	Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.	No aplica para el Proyecto.
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.	No aplica para el Proyecto.
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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-G-13	Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área,	El Proyecto considera la utilización de embarcaciones menores, misma que estarán

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
	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.	equipadas con equipo antiderrame de hidrocarburos para su contención y recuperación en caso de presentarse un derrame accidental.
SOL-G-14	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	No aplica para el Proyecto.
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.	Tal y como se señala en el Capítulo 2 de este manifiesto, el mantenimiento, limpieza y reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas se realizará fuera del mar en instalaciones portuarias.
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 cambios 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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-G-17	Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.	El Proyecto contempla la instalación de señales que identifiquen la ubicación de las obras de protección costera y arrecifes disipadores que se colocará en la parte marina a fin de prevenir cualquier colisión.
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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-G-19	Se evitará el abandono de embarcaciones.	No aplica para el Proyecto, toda vez que este no considera el abandono de embarcaciones.
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 generación o re-suspensión de sedimentos.	Las embarcaciones que participen en el Proyecto contarán con las características adecuadas para evitar daños al medio ambiente, además de que contarán con las autorizaciones requeridas y se cumplirá con lo señalado en estas.
SOL-G-21	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos,	Las embarcaciones de apoyo serán propulsadas con motores de tamaño chico y

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
	con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	mediano, éstas tendrán entre 10 y 15 metros de eslora.
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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-G-23	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	No aplica para el Proyecto.
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.	Se cumple, toda vez que el Proyecto no considera la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas. El Proyecto solo contempla el rescate y reubicación de biota marina en las áreas de instalación de las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, así como en el banco marino para la extracción de sedimentos. Los ejemplares serán reubicados en ambientes similares dentro del sistema ambiental regional. Las especies de coral que serán utilizadas en el vivero y para la colonización de los hábitats artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.
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.	No aplica para el Proyecto.
Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad 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 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	No aplica para el Proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
	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.	No aplica para el Proyecto.
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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-N-4	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	No aplica para el Proyecto.
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 construcción, operación y mantenimiento.	No aplica para el Proyecto.
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).	Como se prevé en esta manifestación de impacto ambiental, cualquier actividad de limpieza, mantenimiento y reparación de maquinaria, vehículos y equipo a utilizarse se realizará en instalaciones adecuadas para tales fines y fuera del área del Proyecto, incluyendo la zona federal marítimo terrestre y cualquier terreno ganado al mar, en su caso.
SOL-N-7	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	El Proyecto no incide en zonas arrecifales o de nado, por lo que las embarcaciones utilizadas durante la etapa de construcción no afectarán estas estructuras.
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.	El Proyecto considera el resguardo de las embarcaciones en una marina de resguardo o puerto.
SOL-N-9	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	Para el uso de las embarcaciones requeridas durante la construcción del Proyecto, se

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
		considerará realizar su ruta de navegación por los canales de navegación autorizados.
SOL-N-10	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	El Proyecto no prevé 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.	Las actividades previstas para la realización del Proyecto no contemplan la utilización de los canales de acceso para actividades fuera de las indicadas en el criterio
SOL-N-12	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<p>El proyecto contempla construir tres rompeolas los cuales se desplantarán sobre los ambientes marinos de arenal somero y laja con sedimentos y algas. La instalación de los hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores se colocarán en ambientes de arenal somero, laja con algas y laja rugosa con algas.</p> <p>El banco de arena para la extracción de sedimentos corresponde con ambientes de arenal profundo, arenal somero y laja con algas. El relleno de playa se desplantará en parte de la porción marina en ambientes de arenal somero, laja con algas y laja rugosa con algas.</p> <p>El área de afectación directa para la construcción o instalación de la obras y actividades antes mencionadas registra menos del 1% de presencia de pastos marinos, por lo que se solicita autorización para ocupar dichos ambientes.</p>
SOL-N-13	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.	No aplica para el proyecto, toda vez que no se prevé la realización de las actividades señaladas en este criterio. Sin embargo, en caso de que la construcción del Proyecto se desarrolle durante la época de anidación de tortugas, se vigilará que no se obstruya con materiales ni maquinaria del Proyecto el área de playa durante los horarios señalados por este Criterio.
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>El Proyecto contempla el rescate y reubicación de biota marina en las áreas de instalación de las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, así como en el banco marino para la extracción de sedimentos. Los ejemplares serán reubicados en ambientes similares dentro del sistema ambiental regional.</p> <p>Las especies de coral que serán utilizadas en el vivero y para la colonización de los hábitats</p>

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
		artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.
Criterios de Regulación Ecológica para Zonas de Arrecifes		
SOL-A-1	Impulsar y consolidar actividades de restauración arrecifal y rescate de 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>El presente Proyecto se presenta a evaluación de impacto ambiental, para solicitar, entre otras obras y actividades, la autorización para la instalación de un vivero de coral y hábitats artificiales para la propagación y fijación de individuos.</p> <p>El proceso para su consolidación, los efectos potenciales y las medidas de mitigación son descritos en los capítulos 2, 5 y 6 de la presente manifestación de impacto ambiental, dando cumplimiento a lo señalado en este criterio.</p> <p>El material coralino a utilizarse en el vivero, así como el mantenimiento, monitoreo y posterior sembrado en los hábitats artificiales estará a cargo del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Puerto Morelos del Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.</p> <p>La instalación del vivero de coral y las estructuras promotoras de arrecife (hábitats artificiales), así como su posterior sembrado con especies de coral, proveerán de nuevos hábitats para diversas especies de organismos marinos y contribuirán en la preservación de la riqueza y diversidad de los ecosistemas arrecifales.</p> <p>Cabe destacar que, el objetivo de los hábitats artificiales y vivero no es promover la creación de playa, ya que esa función correrá a cargo de las tres estructuras de protección que se colocarán a 300 m de la playa.</p>
SOL-A-2	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.	El Proyecto no contempla la instalación, colocación o uso de estructuras permanentes, tanto flotantes como fijas para la estancia de visitantes en la zona marina.
SOL-A-3	Se evitará la colocación de cualquier infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes.	El Proyecto no contempla la colocación de infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
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.	Además, el Proyecto propone la instalación de un vivero de coral y estructuras promotoras de arrecifes (hábitats artificiales), que proveerán de nuevos hábitats para diversas especies de organismos marinos y contribuirán en la preservación de la riqueza y diversidad de los ecosistemas arrecifales.
SOL-A-5	Se evitará el dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra ó acción que pueda dañar las zonas arrecifales.	El Proyecto contempla llevar a cabo la actividad de extracción de arena de un banco marino, para lo cual se utilizará una draga. Esta actividad se realizará en ambientes marinos que corresponde con arenal profundo, arenal somero y laja con algas, por lo que no se afectarán zonas arrecifales.
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 Proyecto no contempla llevar a cabo actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales. Las actividades recreativas que se proponen se realizarán en los hábitats artificiales que el Proyecto considera sean instaladas, éstas se llevarán a cabo por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche, y contarán con una guía de buenas prácticas ambientales para su realización.
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.	No aplica al Proyecto.
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 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.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
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.	En el área del Proyecto no se identificó la presencia de formaciones arrecifales someras.
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.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
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 avale los estándares de seguridad para esta actividad.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
SOL-A-16	En la práctica de actividades acuáticas en el arrecife, se evitará el uso de bloqueadores y bronceadores no biodegradables.	No aplica al Proyecto.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
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.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
SOL-A-19	Se evitará el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkeleo masivos, dado que representan un peligro para la integridad de las estructuras coralinas arrecifales.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
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.	No aplica al Proyecto.
SOL-A-22	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	Las embarcaciones a utilizarse en el Proyecto no contemplan el tránsito cercano a formaciones arrecifales.
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.	Las embarcaciones a utilizarse en el Proyecto respetarán la velocidad permitida 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.	El Proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, por lo que este criterio no es aplicable.
SOL-A-25	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	El Proyecto no contempla el uso de motos acuáticas ni lanchas rápidas, por lo tanto, este criterio no es aplicable.

Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
SOL-A-26	Se evitará el anclaje de embarcaciones.	El área marina frente a la zona donde se desarrollará el Proyecto es una zona autorizada para 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.	No aplica al Proyecto.
SOL-A-28	Se evitará la navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 metros en las lagunas arrecifales y arrecifes.	El Proyecto no contempla navegación cercana a formaciones arrecifales. Respecto a la navegación en las demás zonas el Proyecto considera el uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar.
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.	Se cumple, se acatará la velocidad máxima establecida.
SOL-A-30	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<p>El proyecto contempla construir tres rompeolas los cuales se desplantarán sobre los ambientes marinos de arenal somero y laja con sedimentos y algas. La instalación de los hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores se colocarán en ambientes de arenal somero, laja con algas y laja rugosa con algas.</p> <p>El banco de arena para la extracción de sedimentos corresponde con ambientes de arenal profundo, arenal somero y laja con algas. El relleno de playa se desplantará en parte de la porción marina en ambientes de arenal somero, laja con algas y laja rugosa con algas.</p> <p>El área de afectación directa para la construcción o instalación de la obras y actividades antes mencionadas registra menos del 1% de presencia de pastos marinos, por lo que se solicita autorización para ocupar dichos ambientes.</p>
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.	El Proyecto solo contempla el rescate y reubicación de biota marina en las áreas de instalación de las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, así como en el banco marino para la extracción de sedimentos. Los ejemplares serán reubicados en ambientes similares dentro del sistema ambiental regional. Estas actividades se realizarán en el marco del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas que

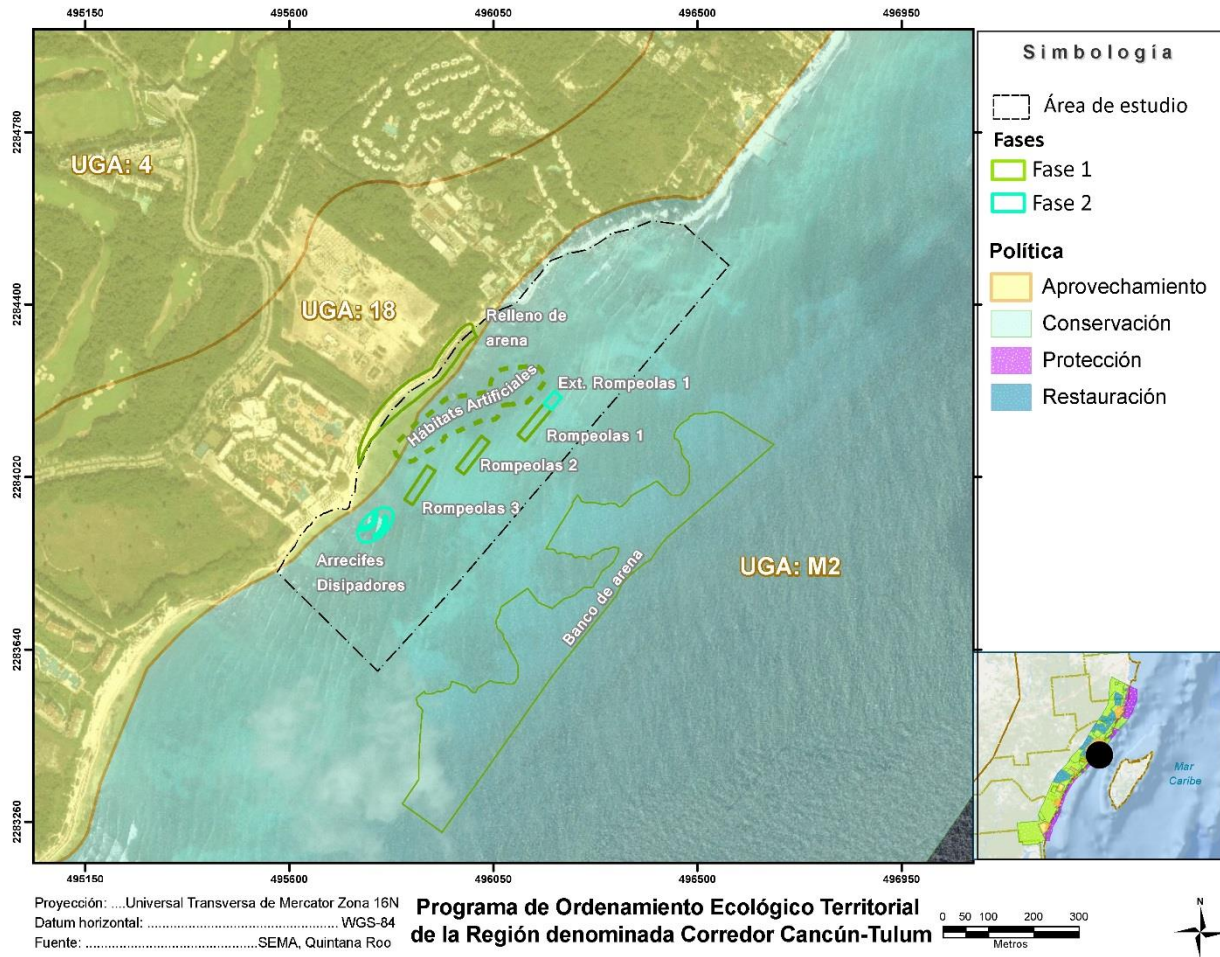
Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad		
		se presenta en el Capítulo 6 de este manifiesto.
SOL-A-32	Durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, las embarcaciones procurarán navegar a una velocidad no superior a 4 nudos, para evitar la afectación a dicha fauna.	Las embarcaciones navegarán a una velocidad menor a 4 nudos para evitar afectaciones a las tortugas marinas, dando cumplimiento a este criterio.
SOL-A-33	Se evitará tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales.	El Proyecto no contempla obras o actividades cercanas a formaciones arrecifales.
Criterios de Regulación Ecológica de la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad para zonas portuarias		
SOL-P-1	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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-P-2	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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-P-3	Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras.	No aplica para el Proyecto.
SOL-P-4	En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo.	No aplica para el Proyecto.
SOL-P-5	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.	No aplica para el Proyecto.
SOL-P-6	Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores.	No aplica para el Proyecto.
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 aplica para el Proyecto.

De acuerdo a las tablas presentadas, se advierte que el Proyecto es congruente con el presente Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, contemplando las diversas disposiciones que este instrumento contempla.

3.4.8.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum

El Proyecto está regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum (POET Cancún – Tulum)²⁹, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001.

Figura 3. 8. Ubicación del Proyecto respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Denominada Corredor Cancún – Tulum.



No obstante, lo anterior, es importante señalar que el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 25 de mayo de 2009, establece en su artículo transitorio lo siguiente:

“**TERCERO.-** Se abroga el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado

²⁹ Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 16 de noviembre de 2001.

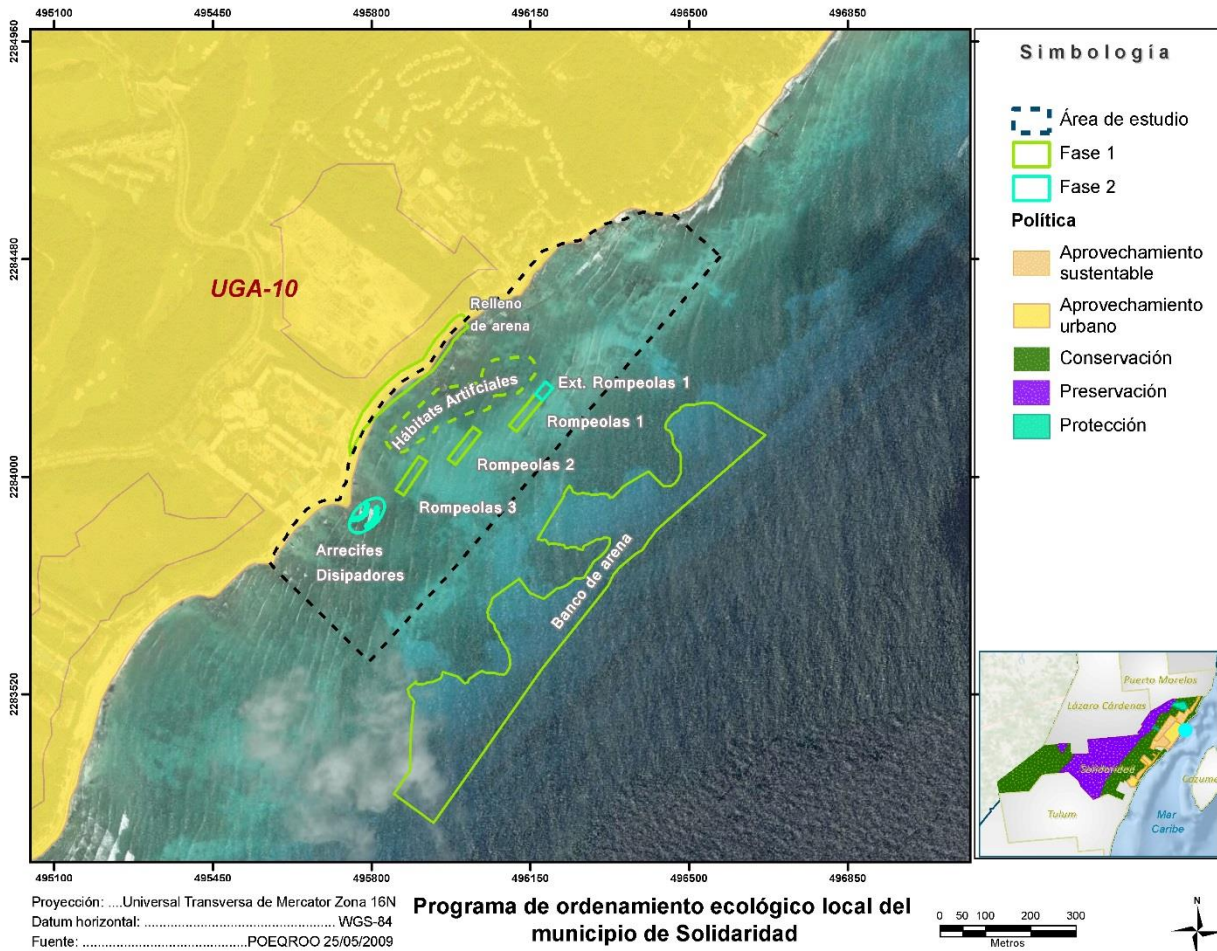
de Quintana Roo de fecha 16 de noviembre del año 2001, única y exclusivamente en lo que corresponde al territorio del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México.”

En este sentido, la aplicación del presente POET Cancún - Tulum queda sustituido por el del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, mismo que se vincula a continuación en este Capítulo.

3.4.8.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Solidaridad (POEL Solidaridad)³⁰, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día el 25 de mayo de 2009, así como a la ubicación del área en donde pretende desarrollarse el Proyecto en la parte costera, la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) aplicable corresponde a la número 10, denominada Zona Urbana de Playa del Carmen (Figura 3. 9).

Figura 3. 9. Ubicación del Proyecto respecto de la UGA 10 Zona Urbana de Playa del Carmen.



³⁰ Decreto del Ejecutivo del Estado, mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México [POEL Solidaridad]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 25 de mayo de 2009.

Sin perjuicio de lo presentado, es importante contemplar lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, instrumento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

“Artículo 20 BIS 4.- Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso por las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto:

I.- Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate;

II.- Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y

III.- Establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

[...]

Artículo 20 BIS 6.- La Secretaría podrá formular, expedir y ejecutar, en coordinación con las Dependencias competentes, programas de ordenamiento ecológico marino. Estos programas tendrán por objeto el establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes.”

Si bien, el área del Proyecto, es decir, el sitio en el que se llevará a cabo la extracción de arena, se situará la infraestructura marina (rompeolas, arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero), se realizarán las actividades recreativas y las relativas a la recuperación de playa en el desarrollo turístico Secrets Moxche, se encuentran en zona federal, no se ubica dentro de la esfera de aplicación del presente instrumento (POEL Solidaridad), en la Tabla 3. 23 y Tabla 3. 24 se presenta la vinculación del Proyecto con los criterios urbanos y específicos del POEL Solidaridad, aplicables a la UGA 10 Zona Urbana de Playa del Carmen y que podrían tener relación con el alcance del Proyecto.

Tabla 3. 23. Vinculación del Proyecto con los criterios urbanos aplicables a la UGA 10 Zona Urbana de Playa del Carmen.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
CU-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,

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
	protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.
Para el cumplimiento del presente criterio la promovente manifiesta que el Proyecto se apega de forma estricta, en cada una de las diferentes etapas que lo integran, a las disposiciones legales en vigor que este criterio menciona, e incluso de todos aquellos ordenamientos que les resulten aplicables y que no hayan sido consideradas por el criterio que nos ocupa.	
CU-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.
No aplica para el proyecto, debido a que las actividades proyectadas en tierra se realizarán en áreas desprovistas de vegetación en la ZOFEMAT y áreas que forman parte del predio del hotel Secrets Moxche.	
CU-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.
La promovente, en cumplimiento del presente criterio realizará de manera previa al inicio de las actividades que integran el Proyecto, una inspección de las zonas de aprovechamiento. De localizar especies propias de la región, inmediatamente aplicarán acciones enfocadas al rescate y protección de estas especies, ya sean del tipo terrestre o marino, las cuales estarán basadas en lo contenido en el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas. Las medidas de prevención y mitigación se encuentran contenidas en el cuerpo que integra el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.	
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.
No aplica para el Proyecto, ya que este no contempla la implementación de obras permanentes en la parte terrestre.	
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.
En la parte terrestre, las actividades temporales consideradas para el Proyecto se establecerán en un área desprovista de vegetación en la ZOFEMAT y áreas que forman parte del predio del hotel Secrets Moxche.	
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.
No aplica para el Proyecto.	
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
No aplica para el Proyecto, dado que éste no consideradas obras de canalización del drenaje pluvial ni de drenaje sanitario.	
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.
No aplica para el Proyecto.	
CU-09	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.
El material que se utilizarán en la actividad de relleno de playa provendrá de un banco marino para cuyo aprovechamiento la Promovente solicita la autorización a través del presente manifiesto.	
Por otro lado, para la consolidación y estructuración de la duna, las plantas de las especies seleccionadas para la forestación y posterior reforestación de esta área, provendrán de viveros comerciales debidamente autorizados.	
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
No aplica para el Proyecto.	
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.
La promovente en cumplimiento del presente criterio manifiesta que la generación de residuos derivado de las actividades y obras que integran el Proyecto se manejaran y dispondrán atendiendo la clasificación de los residuos, la cual se apegará al SMGA del Proyecto, acorde a las medidas de mitigación y compensación contempladas en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental, la disposición de los residuos también se apegará a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo Reglamento, así como por lo señalado en la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo y su respectivo Reglamento.	
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.
No aplica para el proyecto, dado que el Proyecto no tiene por objeto el establecimiento de campamentos para trabajadores, ya que estos al término de su jornada se retirarán a sus domicilios. Sin embargo, éstos durante su jornada laboral de ocho horas, contarán con las condiciones de trabajo apegadas a lo establecido en la Ley Federal del Trabajo haciéndolas dignas para la vida humana.	
Durante la construcción los empleados utilizarán servicios sanitarios portátiles, en razón de 1 sanitario por cada 25 trabajadores, dando cumplimiento al presente criterio.	
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.
Se cumple, dado que el uso de fuego no se encuentra contemplado para ninguna actividad en ninguna etapa del Proyecto.	
CU-14	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.
Como se ha manifestado en diversos apartados de este capítulo, de generarse residuos peligrosos, estos serán manejados conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su respectivo Reglamento, siendo estos acopiados en el almacén de residuos peligrosos del hotel Secrets	

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
Moxche, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo. Además, la empresa promotora, se cerciorará de que los residuos peligrosos que puedan generarse, sean entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.	
CU-15	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.
La promotora del Proyecto cumplirá con el criterio apegándose a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, su respectivo Reglamento y demás disposiciones normativas aplicables, así como lo especificado en el Programa de Manejo Integral de Residuos desarrollado para el Proyecto, el cual es mencionado en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.	
CU-16	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 al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.
Toda vez que el Proyecto se realizará en el ecosistema costero del municipio de Solidaridad, es claro que la evaluación del mismo corresponde a la SEMARNAT como se establece en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Fundamento jurídico mediante el cual la promotora somete ante esta autoridad la evaluación de la manifestación de impacto ambiental que nos ocupa.	
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.
No aplica para el Proyecto. En la zona donde se desarrollará el conjunto de obras y actividades no se ha encontrado vestigio arqueológico alguno, pero de estar en el supuesto que, durante el desarrollo de las obras, se realice el hallazgo de algún tipo de objeto similar a un vestigio arqueológicos, la promotora notificará de manera inmediata al Instituto Nacional de Antropología e Historia, acatando las disposiciones implementadas por dicho instituto.	
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.
No aplica para el Proyecto.	
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.
No aplica para el Proyecto.	
CU-20	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.
No aplica para el Proyecto.	
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o 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.
No aplica para el Proyecto.	
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
	operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.
No aplica para el Proyecto.	
CU-23	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.
No aplica para el Proyecto.	
CU-24	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, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.
No aplica para el Proyecto.	
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.
No aplica para el Proyecto.	
CU-26	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.
Las especies vegetales que serán utilizadas para la forestación y reforestación de la duna provendrán de viveros comerciales debidamente autorizados.	
Las especies de coral que serán utilizadas en el vivero y para la colonización de los hábitats artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.	
CU-27	Se deberán mantener en pié 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.
No aplica para el Proyecto.	
CU-28	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.
Las piezas que serán utilizadas para la construcción de las estructuras de protección costera serán de elementos precolados fabricados <i>ex situ</i> , por lo que no se requerirá de la instalación de instalaciones temporales para la elaboración de estos elementos.	
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Urbano	
	normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.
No aplica para el Proyecto.	
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.
No aplica para el Proyecto.	
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.
No aplica para el Proyecto.	
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables
No aplica al Proyecto.	
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias 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>En cumplimiento a lo establecido por el presente criterio, la promovente se apegará a lo establecido en la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo Reglamento. Una vez iniciadas las actividades para la ejecución del Proyecto se realizará una serie de acciones apegadas a lo establecido en las medidas de prevención y mitigación del SMGA desarrollado para el Proyecto. En el supuesto de presentarse un accidente que ocasione el derrame de alguna sustancia potencialmente contaminante en el cuerpo de agua, inmediatamente se realizará la contención de ésta utilizando para ello equipo antiderrame (flotares absorbentes), mismo que recuperará la sustancia y evitará su dispersión en el ambiente; este equipo se encontrará dentro de las embarcaciones de trabajo y en la costa. La maquinaria a utilizarse durante la ejecución del Proyecto se encontrará en óptimas condiciones apegándose a un programa calendarizado de mantenimiento constante para evitar accidentes al medio ambiente originados por las malas condiciones operativas del equipo. Cabe señalar que como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación por derrame de sustancias contaminantes, los servicios de mantenimiento y reparación de la maquinaria se realizarán fuera del área del Proyecto, en un área destinada para tal fin, ya sea en el puerto de Puerto Morelos o en Calica.</p> <p>Se debe agregar que el Proyecto no tiene contemplado almacenar sustancias clasificadas como peligrosas o la generación de residuos peligrosos, pero en caso de su generación estos serán manejados conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su respectivo Reglamento, siendo acopiados en el almacén de residuos peligrosos del hotel Secrets Moxche, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo. Además, la empresa promovente, se cerciorará de que los residuos peligrosos que puedan generarse, sean entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT, para su manejo y disposición final.</p>	

Tabla 3. 24. Vinculación del Proyecto con los criterios específicos aplicables a la UGA 10 Zona Urbana de Playa del Carmen.

Criterios Específicos de Regulación	
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad.

Criterios Específicos de Regulación	
	La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.
No aplica para el proyecto.	
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.
Para el cumplimiento del presente criterio no se omite que el Proyecto no afectará en forma alguna a especies de tortugas marinas, por el contrario, la recuperación de playa y línea de costa planteadas por el Proyecto tendrán como efecto positivo el mejorar las condiciones ambientales del ecosistema, favoreciendo la anidación de tortugas marinas. No se omite manifestar que el Proyecto no se encuentra en una playa con registro de anidación de tortugas, sin embargo, la promovente tomará las medidas necesarias para no afectar a estos organismos, las cuales estarán contenidas en el Subprograma de Protección de Tortugas Marinas, integrado en el SMGA del proyecto, que puede ser consultado en el Capítulo 6 del presente manifiesto.	
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.
No aplica para el Proyecto.	
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas
No aplica para el Proyecto.	
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.
El cumplimiento del criterio se encuentra basado en el objeto del Proyecto ya que éste tiene por objetivo la restauración del ecosistema costero que ha sido afectado por la erosión, la pérdida de playa ocasionada por las corrientes marinas, los impactos ocasionados por eventos naturales extremos (tormentas y huracanes) y los efectos del cambio climático. Actualmente a lo largo de la playa del Proyecto no existe un ecosistema de duna costera, es por ello que el Proyecto considera la consolidación y estructuración de la duna como una de sus actividades a realizar, sin embargo, esta se llevará a cabo en una segunda fase, solo en caso de que el sistema lo requiera, posterior a su monitoreo; tanto para esta actividad como para la rehabilitación de duna en la primera fase, se emplearán especies nativas del hábitat costero.	
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.
Para el cumplimiento del criterio, la promovente manifiesta que el objetivo del Proyecto es la recuperación y estabilización del ambiente costero y de la playa localizada frente al hotel Secrets Moxche, la cual actualmente por las condiciones de erosión que ha sufrido no cuenta con una duna costera consolidada.	
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.

Criterios Específicos de Regulación	
No aplica para el Proyecto.	
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.
No aplica para el Proyecto.	

De las tablas anteriores, se advierte que el presente Proyecto es congruente con los lineamientos ecológicos establecidos en este POEL Solidaridad.

3.4.9. Planes y Programas de Desarrollo Urbano

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios, las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación a lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias Leyes de Planeación; se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra en este capítulo.

De conformidad con lo anterior, se presenta a continuación la vinculación del Proyecto con los planes y programas de desarrollo vigentes y en ejecución, de la nación, el estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, esto con el propósito de demostrar la compatibilidad de las obras y actividades que se proponen con estos instrumentos, y específicamente respecto a los temas relacionados con el medio ambiente, el desarrollo de la entidad y del turismo como actividad productiva.

En atención a los ámbitos de competencia establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se deberá estar en entendido que por la ubicación geográfica del Proyecto, éste se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad 2010 – 2050 (PMDUS)³¹ y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad 2010-2050 (PDUPC)³², ambos fueron publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 20 de diciembre del año 2010. Estos instrumentos no contemplan la regulación de la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo cual se entiende que, ya que las obras a realizarse en el Proyecto se llevarán a cabo en esta zona, los ordenamientos antes mencionados no son aplicables. Sin perjuicio de lo anterior, se presenta una breve descripción de la congruencia del Proyecto con los objetivos del PMDUS y el PDUPC en comento.

³¹ Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010 – 2050 [PMDUS]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.

³² Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio Solidaridad 2010 – 2050 [PDUPC]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.

3.4.9.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad

El PMDUS se creó con objeto de que el desenvolvimiento urbano del Municipio sea de manera ordenada en respuesta a las actividades económicas inherentes al turismo que se desarrollan y desarrollarán dentro del mismo en los próximos años. El PMDUS se estructura en cinco capítulos identificados de la siguiente forma: I. Antecedentes; II. Normatividad; III. Políticas y estrategias; IV. Programación y corresponsabilidad sectorial; V. Nivel Instrumental.

Dentro del segundo capítulo del PMDUS identificado como **NORMATIVIDAD** se establecen las bases y objetivos de dicho instrumento de planeación. De esta forma se determinan los cuatro ejes rectores fundamentales para el desarrollo del Municipio: 1. Desarrollo turístico; 2. Desarrollo socioeconómico; 3. Medio Ambiente; y 4. Desarrollo urbano e infraestructura.

Dentro de los objetivos del primer eje rector (“Desarrollo turístico”) se señalan los de promover y desarrollar infraestructura turística y obtener los más altos índices de calidad en la prestación de servicios, por lo que por las razones expuestas a lo largo de este capítulo es claro que el desarrollo del Proyecto es consistente con este eje rector del PMDUS.

Por otro lado, otro eje rector relacionado directamente con el Proyecto lo constituye el identificado como “Medio ambiente”, que plantea el objetivo de conservar el medio ambiente e involucrar a inversionistas, desarrolladores, hoteleros e industriales en tales tareas. Los objetivos citados corresponden con el Proyecto pues su implementación optimizará el aprovechamiento de la infraestructura turística en armonía con el medio ambiente.

A la vez, en la parte final del segundo capítulo el PMDUS establece que el turismo ha sido y seguirá siendo la espina dorsal del desarrollo socioeconómico de Quintana Roo por lo que la oferta turística debe satisfacer las necesidades del turista internacional. En ese sentido, la conservación y mantenimiento de los recursos naturales como atractivos turísticos constituyen un interés fundamental de los visitantes a la región, demostrando así la necesidad de que la Promovente lleve a cabo la restauración de su perfil costero y la estabilización de su sistema de playa, para estar en posibilidad de satisfacer las necesidades de los turistas de disfrutar el medio natural.

En el tercer capítulo del PMDUS denominado “Políticas y Estrategias”, se establecen las estrategias generales urbanas, las políticas de desarrollo, de uso de suelo y estructuración urbana en aras de alcanzar los objetivos planteados en el capítulo segundo antes analizado. Dentro de las políticas generales que enmarcan la estrategia para el desarrollo urbano del municipio de Solidaridad encontramos una política de “Ecología” que tiene como objetivo promover la rehabilitación dunar en la zona costera del municipio y una política de “Desarrollo Turístico” que tiene como propósito el promover la creación de zonas de desarrollo turístico sustentable, lo que coincide, como ha quedado demostrado a lo largo de este capítulo, con las metas planteadas por el Proyecto. Es importante destacar que en el punto “3.5 Estrategia para el Desarrollo Urbano y Turístico” del mismo capítulo, se hace una importante mención al tema de los accesos a la playa de la siguiente forma:

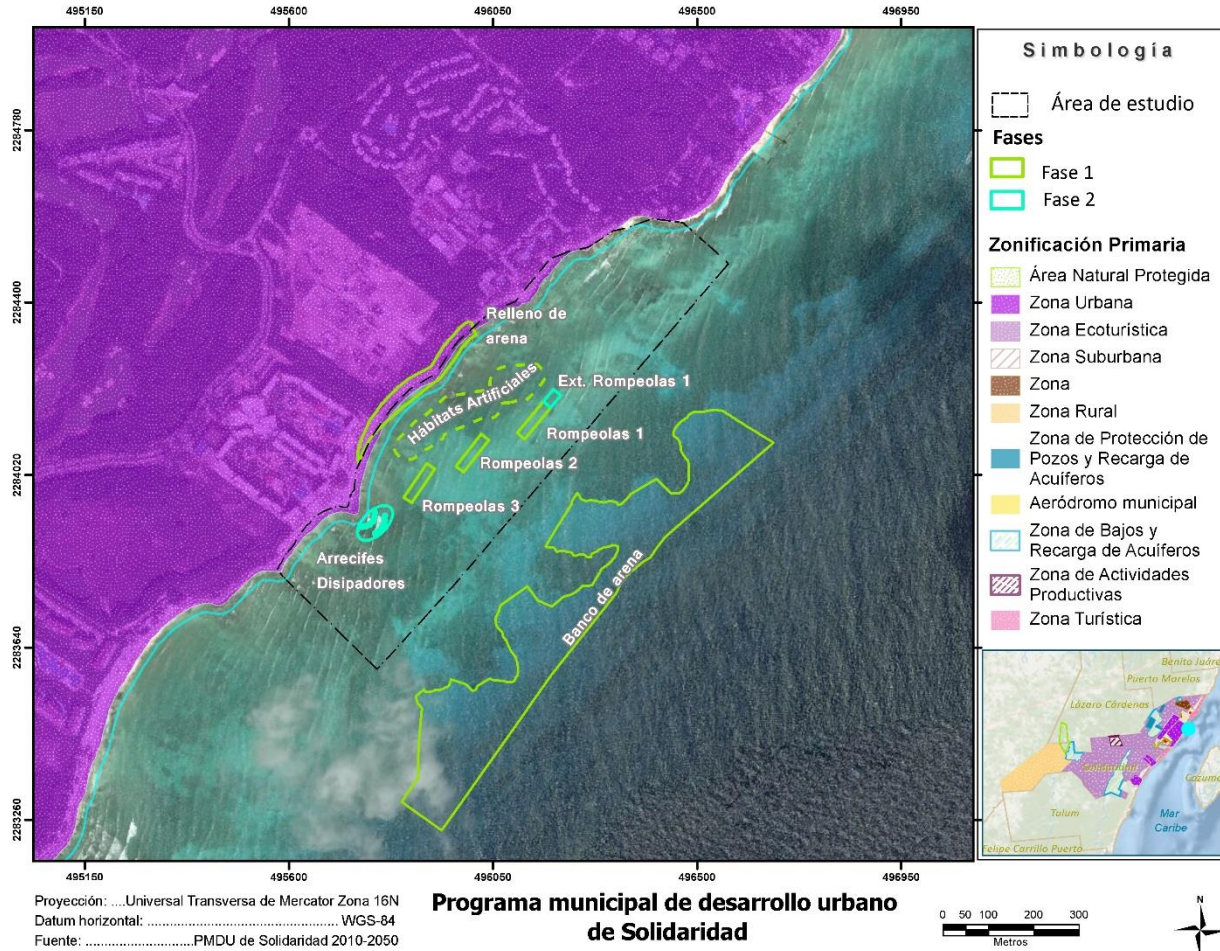
“Los predios colindantes al mar deberán de dejar un acceso público que será determinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, en cumplimiento de la Ley General de Bienes Nacionales del 20 de mayo del 2004 y 31 de agosto del 2010 y deberán cumplir con lo establecido en la normatividad vigente”.

En este sentido y toda vez que la naturaleza y objetivo primordial del Proyecto es recuperar la línea de costa, playa y duna costera, actividades que implican necesariamente la reconfiguración de la ZOFEMAT colindante al Desarrollo Turístico Secrets Moxche, se desprende como otro de los efectos positivos del Proyecto, la recuperación de la superficie de zona federal marítimo terrestre que se ha perdido, con objeto de que el público en general pueda acceder a las playas conforme a la normatividad vigente en la materia.

Por otro lado, como puede observarse en la Figura 3. 10, obtenida del plano Zonificación Primaria E13 del PMDUS, incluido en la sección 3.5.1. Zonificación primaria de dicho instrumento, se observa que el Proyecto se ubica dentro de una zona urbana, la que está definida de la siguiente forma:

“Corresponde a la mancha urbana de cada centro de población, con servicios de infraestructura, equipamiento, construcciones e instalaciones urbanas y turísticas. Se han clasificado en: áreas de urbanización progresiva, objetivo de acciones de mejoramiento social y en áreas de renovación urbana, que requieren de acciones técnicas de acondicionamiento del suelo, mejoramiento, saneamiento, reposición, y complemento de los elementos dentro del dentro de población. Estas últimas podrán implicar nuevas modalidades o intensidades para su utilización, por lo tanto, en esta clasificación están todas las zonas construidas y equipadas y todas aquellas áreas construibles o susceptibles de desarrollarse, de forma inmediata. Las regulaciones se indicarán en la zonificación secundaria de cada centro de población”.

Figura 3. 10. Zonificación primaria conforme al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad.



En la sección 3.6 Zonificación del Desarrollo del PMDUS, se muestra la zonificación del territorio del Municipio de Solidaridad, señalando específicamente que la zona urbana de Playa del Carmen deberá regirse conforme a su Programa de Desarrollo Urbano.

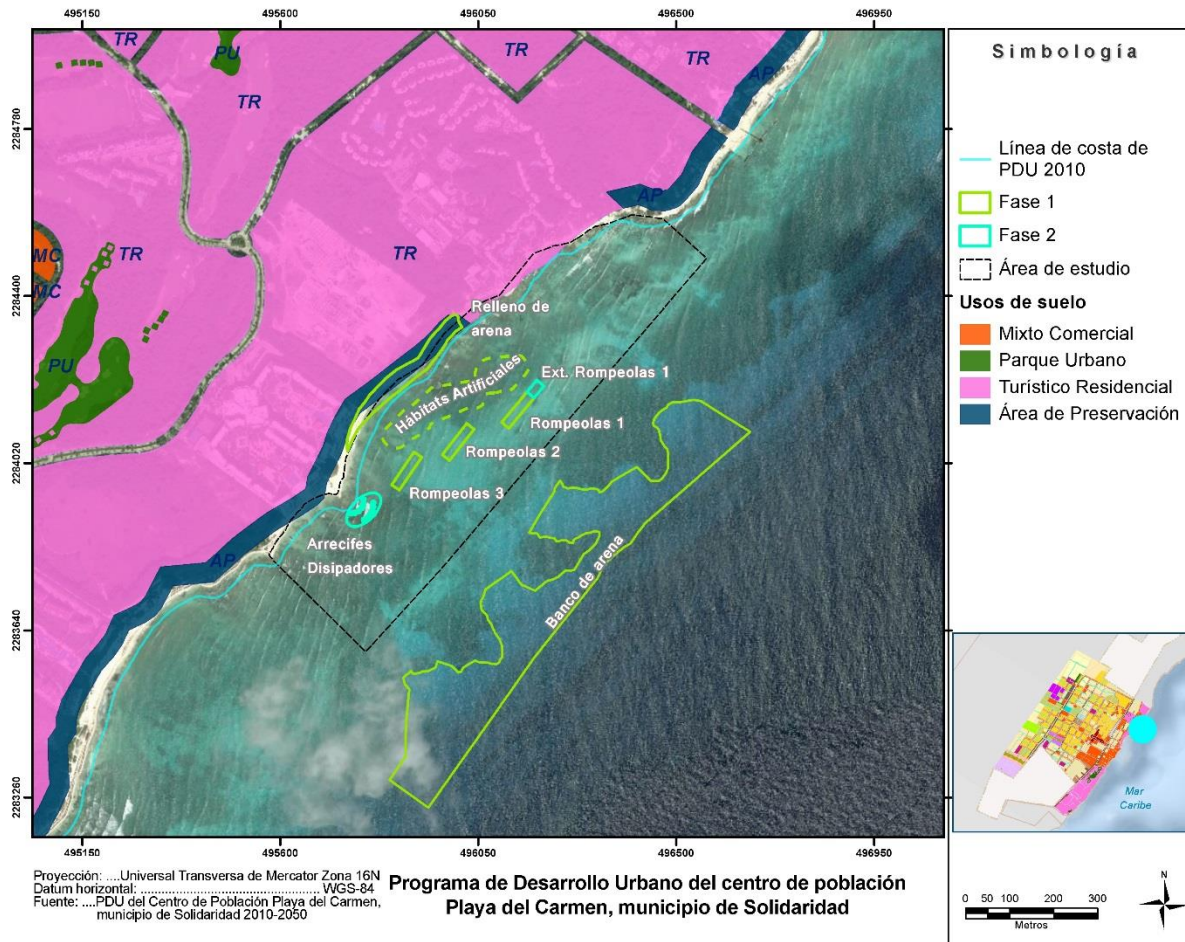
3.4.9.2. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad

El PDUPC señala como general el desarrollo sustentable para proteger el ambiente natural (recursos naturales prioritarios) y regular el ambiente construido (infraestructura y organización), para minimizar la afectación del ambiente natural.

Dentro del esquema general de la zonificación de usos del PDUPC, las áreas colindantes con el Proyecto son clasificadas como “Zonas Turísticas” y “Área de Preservación Ecológica” (Figura 3. 11), estas últimas definidas como zonas que no han sido alteradas por actividades humanas y por su carácter ambiental y ecológico deben conservarse intactas. En ellas no se permitirá ningún tipo de edificación, y solo se permitirá la construcción de senderos como acceso a predios.

Con relación a las “Zonas Turísticas”, las normas particulares indican que su reglamentación tiene como finalidad el promover diversas acciones entre las que destacan: “*Salvaguardar la belleza y el valor ambiental de los recursos naturales, que son la razón de ser del atractivo de estas zonas y cuyo deterioro las más de las veces es irreversible convirtiéndose a la vez en decadencia de la propia actividad turística*”.

Figura 3. 11. Zonificación de Usos, Destinos y Reservas conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad.



Con relación al Proyecto, se observa que éste es compatible con las acciones establecidas en la reglamentación definida para las Zonas Turísticas, pues su principal objetivo se centra en la salvaguarda y recuperación de un recurso deteriorado por el proceso erosivo costero, permitiendo el restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales, así como el rescate del atractivo paisajístico del área, para el adecuado desarrollo de la actividad turística.

3.4.10. Regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

El programa de regiones prioritarias para la biodiversidad fue impulsado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en 1996, a través de éste y a nivel nacional, en los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones marinas prioritarias) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), fueron identificadas áreas de mayor relevancia en cuanto a riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función de aspectos sociales, económicos y ecológicos.

La regionalización definida por la CONABIO, ha sido un insumo importante para: a) la planificación y gestión de la diversidad biológica del país; b) la elaboración e implementación de aspectos de regulación; c) los ordenamientos ecológicos y normas; d) la formulación de opiniones técnicas de impactos ambiental y problemáticas de manejo; e) la conservación de áreas protegidas; f) la elaboración de los programas de pago por servicios ambientales, y g) la elaboración de los proyectos de rehabilitación y restauración, así como para orientar esfuerzos de investigación y sistematización de inventarios biológicos.

Por su ubicación, el Proyecto se encuentra aledaño a algunas regiones prioritarias, tal y como se puede observar en las Figura 3. 13 y Figura 3. 14, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del mismo no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para el desarrollo de proyectos. No obstante, la designación de un sitio como una región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en estas áreas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

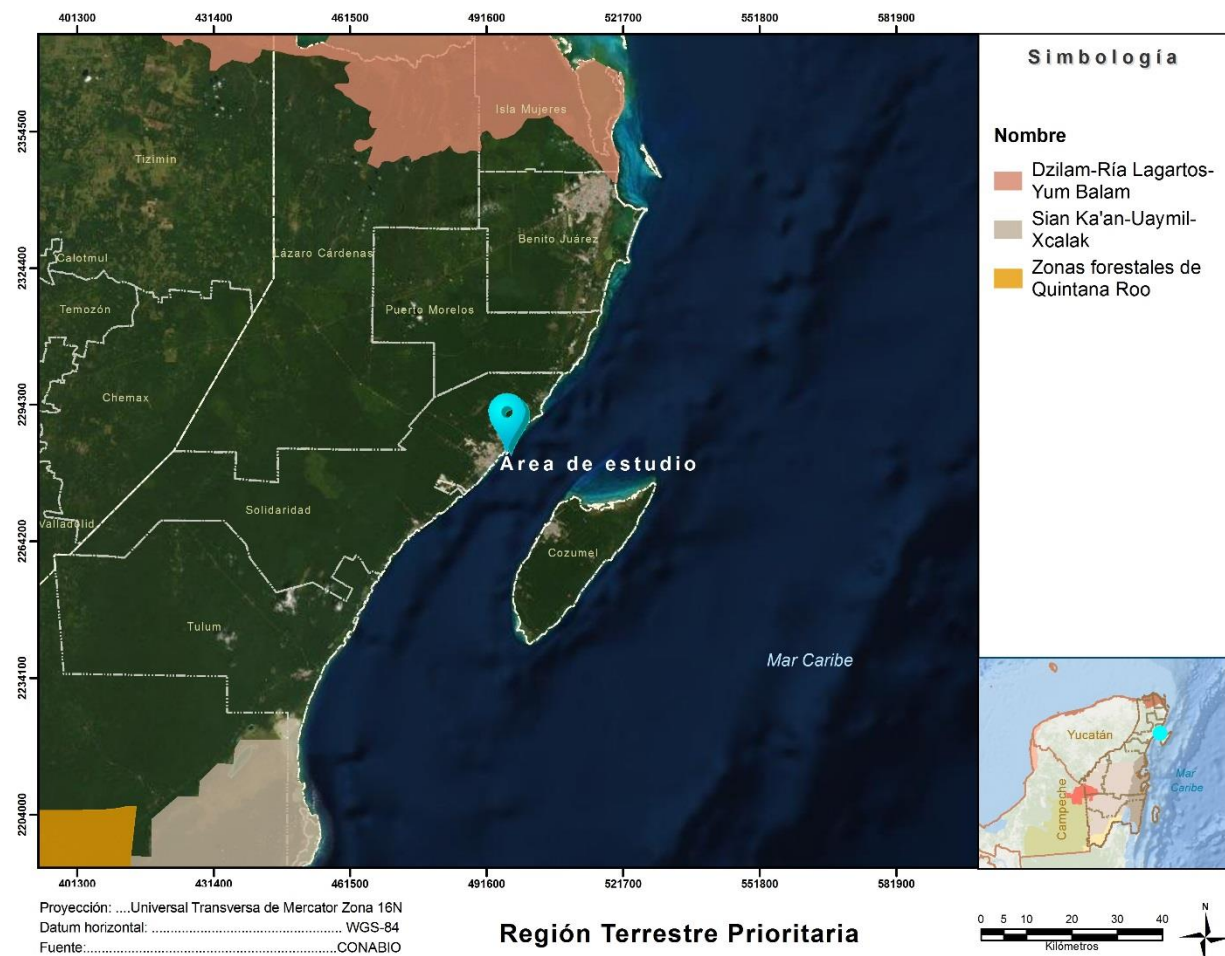
3.4.10.1. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)³³, destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo a la ubicación del Proyecto, éste no se ubica dentro de ninguna RTP (Figura 3. 12).

³³ Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Figura 3. 12. Ubicación del Proyecto respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias.



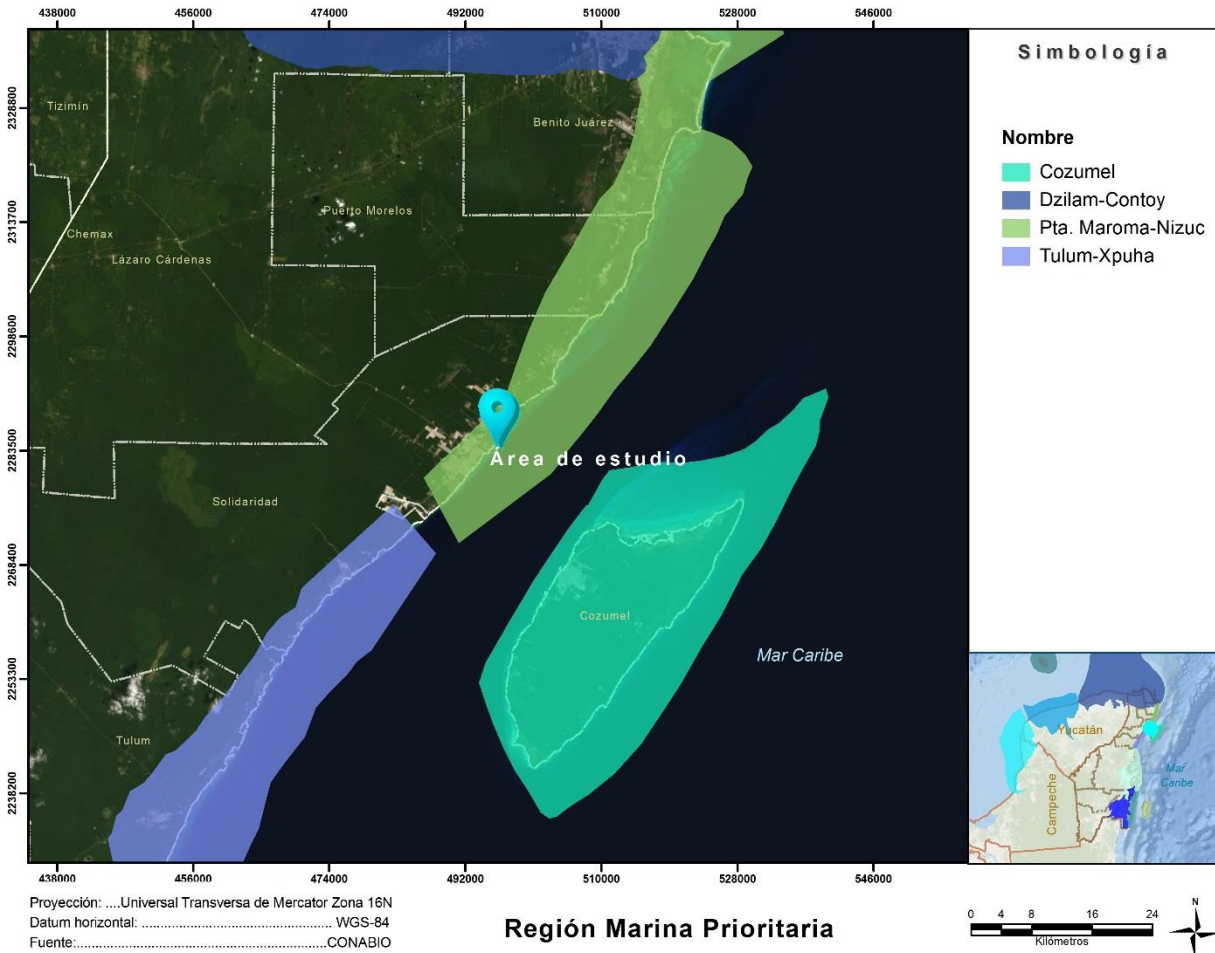
3.4.10.2. Regiones Marinas Prioritarias

La CONABIO instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP)³⁴, en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

El Proyecto se ubica dentro de la RMP 63 Punta Maroma – Punta Nizuc (Figura 3. 13). Se deben orientar estrategias para la conservación de ecosistemas costeros.

³⁴ Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Figura 3. 13. Ubicación del Proyecto respecto a la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.



Con lo anterior en consideración, en la Tabla 3. 25 se vinculan las problemáticas de esta RMP con el Proyecto.

Tabla 3. 25. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.

Problemática	Proyecto
<p>Modificación del entorno: 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.</p>	<p>No se realizará tala de manglar, relleno de áreas inundables, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales o deforestación.</p> <p>El Proyecto consiste en la protección y recuperación de la duna y playa que ha sido afectada por la erosión costera; las obras y actividades proyectadas servirán para detener este proceso erosivo. Éstas consisten en la extracción de arena en un banco marino, la construcción de infraestructuras (rompeolas) y el relleno de playa.</p>

Problemática	Proyecto
	<p>La superficie de desplante en el medio marino, para la construcción de rompeolas, corresponde a un ambiente de Arenal somero, Laja con algas y Laja con sedimentos y algas. El ambiente en el banco marino fue caracterizado como Arenal profundo, Arenal somero, Laja con algas y Laja con gorgonáceos.</p> <p>El Proyecto considera la utilización de embarcaciones, las cuales contarán con las autorizaciones requeridas y se cumplirá con lo señalado en estas.</p> <p>De esta forma se concluye que el Proyecto no contribuye negativamente a la Problemática de la región respecto a la modificación el entorno.</p>
<p>Contaminación: Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.</p>	<p>El SMGA elaborado para el Proyecto establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Aunado a lo anterior, el Proyecto no tiene considerado realizar descargas al acuífero ni el subsuelo.</p>
<p>Uso de recursos: Presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.</p>	<p>El Proyecto no considera realizarán actividades de pesca, asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.</p>
<p>Especies introducidas: <i>Cassuarina</i> spp y <i>Columbrina</i> spp.</p>	<p>No se introducirán ninguna de estas especies.</p>

De esta forma, se puede observar que el Proyecto no contribuye a incrementar la problemática identificada para esta RMP.

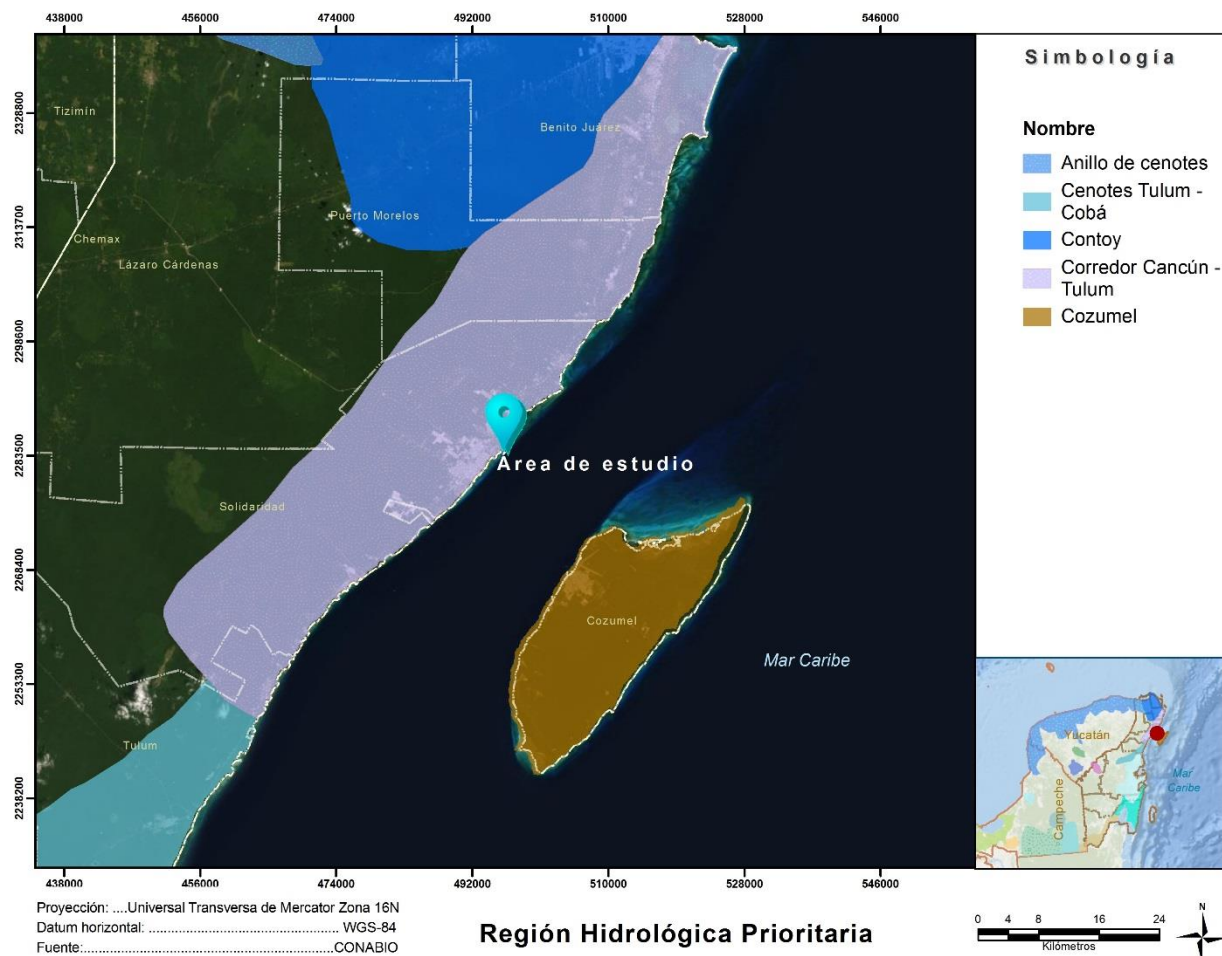
3.4.10.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La CONABIO formuló el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)³⁵, 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, para 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.

El Proyecto se ubica dentro de la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum (Figura 3. 14).

³⁵ Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Figura 3. 14. Ubicación del Proyecto respecto a la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.



Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 26. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Hidrológica Prioritaria 103 Contoy.

Problemática	Proyecto
<p>Modificación del entorno: Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.</p>	<p>El Proyecto no contempla las actividades descritas en este apartado, por el contrario, la implementación del Proyecto permitirá conservar y recuperar las condiciones del ecosistema.</p> <p>Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no representa una obra de ingeniería de gran impacto y, aunado a lo anterior, no se talarán especies de manglar, ni se realizará el relleno de áreas inundables ni se generarán canales.</p>
<p>Contaminación: Aguas residuales y desechos sólidos.</p>	<p>El Proyecto no contempla las actividades descritas en esta Problemática. Además, y en pro de esta problemática, como parte del SMGA del Proyecto se contempla un Programa de Manejo Integral de</p>

Problemática	Proyecto
	Residuos, el cual tiene como objetivo el adecuado manejo de los residuos sólidos que puedan ser generados durante la etapa de construcción del Proyecto.
Uso de recursos: Pesca ilegal en la laguna de Chacmochuc y plantaciones de coco <i>Cocos nucifera tasiste</i> .	No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé la plantación de la especie enlistada en esta problemática.

Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en esta Región, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona.

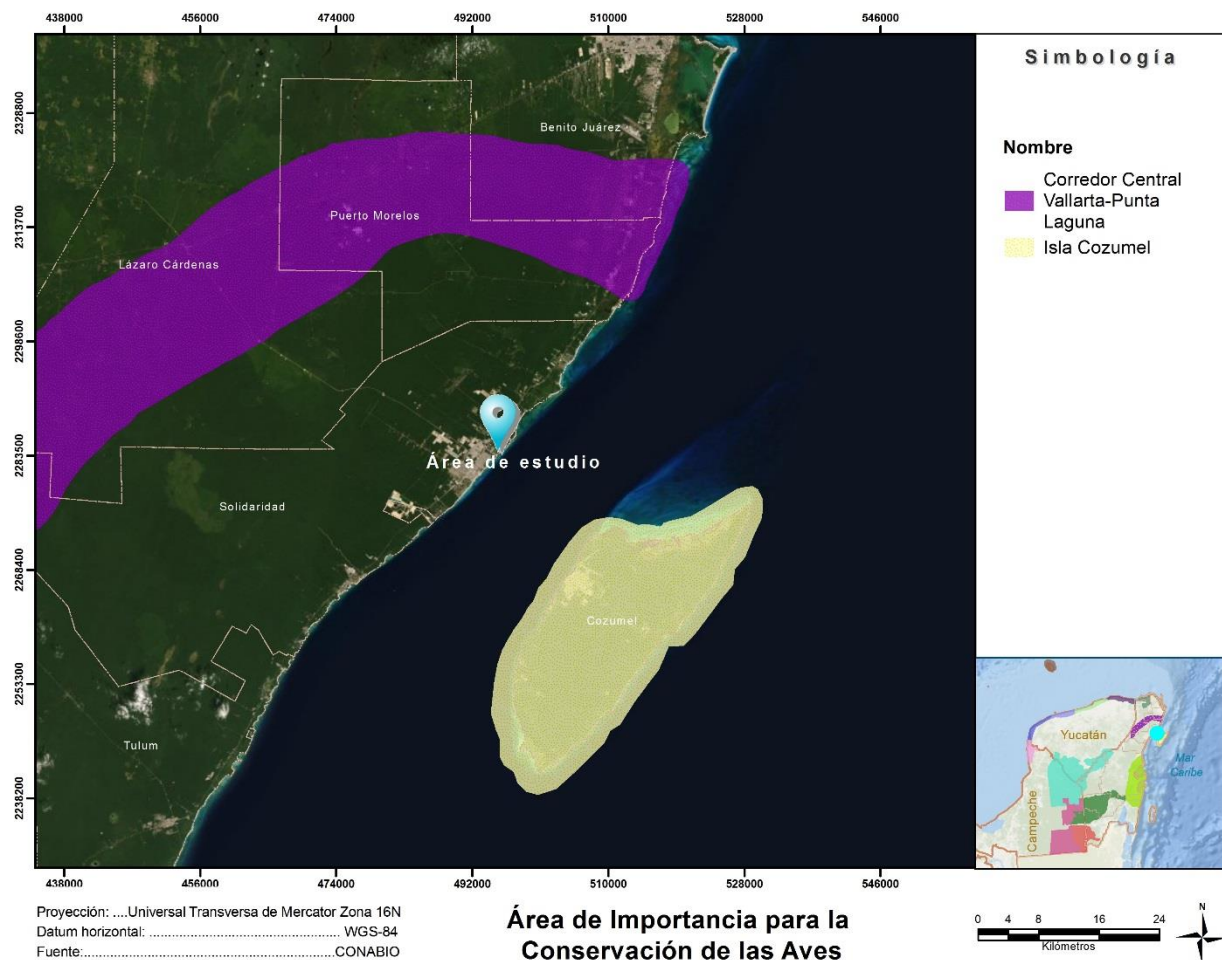
3.4.10.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)³⁶ surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y *BirdLife International*. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El Proyecto no se ubica dentro del ámbito de aplicación de alguna AICA.

³⁶ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 30 de agosto de 2014. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Obtenido de: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>.

Figura 3. 15. Ubicación del proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.



3.4.11. Sitios Ramsar

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas, fue aprobado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986.

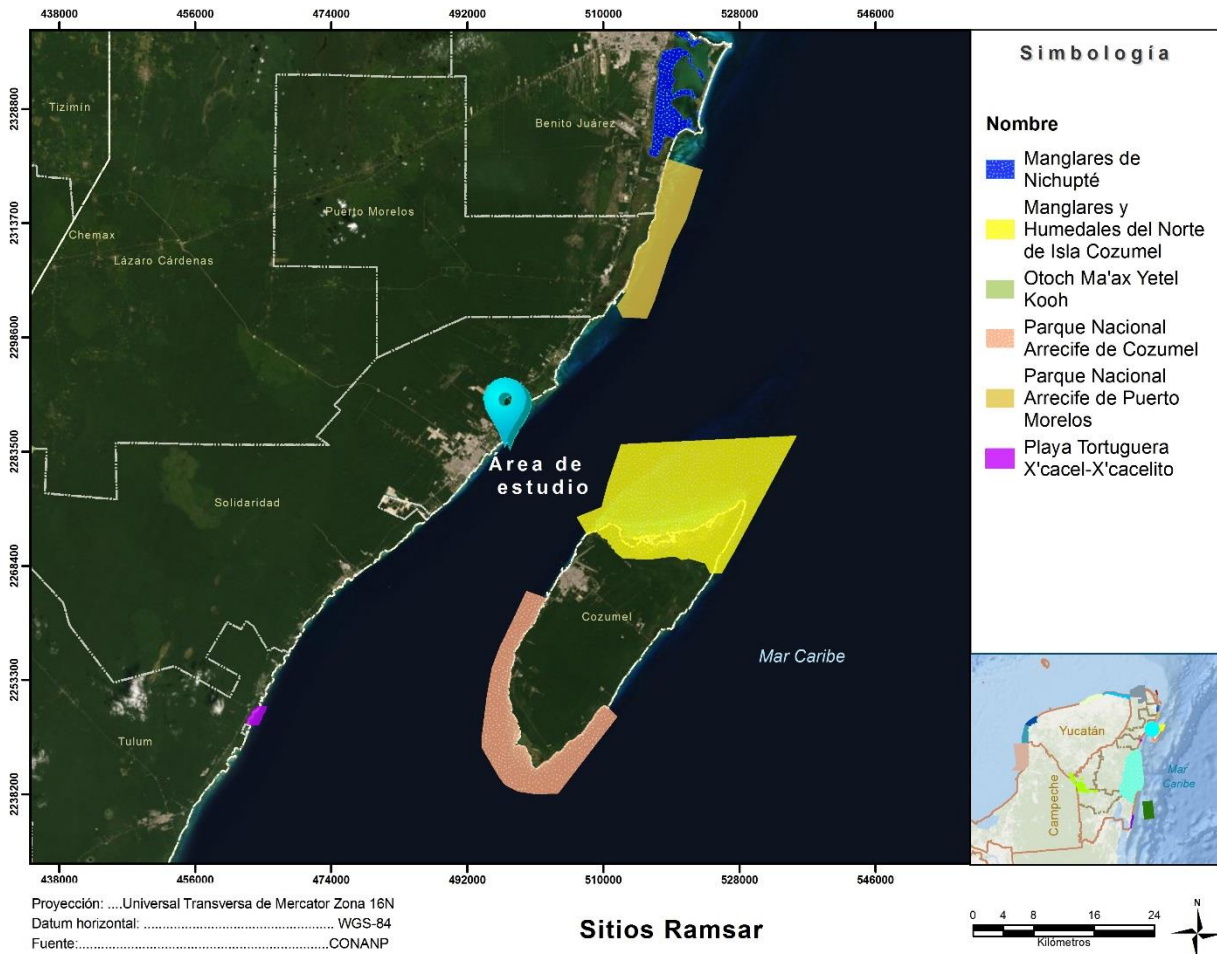
La Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”³⁷.

³⁷ Secretaría de la Convención de Ramsar. 2016. Manual de la Convención de RAMSAR. Introducción a La Convención sobre los Humedales.

Hasta 2019, la Convención contaba con 171 Partes Contratantes, con un total de 2,389 sitios designados como humedales de importancia internacional, cubriendo un área de 253,870,077 ha³⁸. México tiene actualmente 142 humedales de importancia internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial³⁹.

El Proyecto no se ubica en alguno de los sitios Ramsar de los incorporados a esta Convención, para el estado de Quintana Roo.

Figura 3. 16. Ubicación del Proyecto respecto de los sitios Ramsar.



³⁸ RAMSAR. s. f. Acerca de la Convención sobre los Humedales. Obtenido de: <https://www.ramsar.org/es/node/5696>.

³⁹ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 24 de agosto de 2016. Los Sitios Ramsar de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>.

3.4.12. Normas Oficiales Mexicanas

Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN)⁴⁰ menciona distintos tipos de normas oficiales mexicanas, entre las que encontramos las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX). Sólo las NOM son de uso obligatorio en su alcance. Las normas NMX expresan una recomendación de parámetros o procedimientos.

En la Tabla 3. 27 se presenta una vinculación de las Normas Oficiales directamente aplicables al Proyecto.

Tabla 3. 27. Vinculación del Proyecto con la Normas Oficiales Mexicanas de aplicación general.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005 , Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos ⁴¹ .	<p>No se generarán residuos peligrosos durante las diversas etapas del Proyecto, sin embargo, de generarse se identificarán y clasificarán conforme a lo señalado por esta norma.</p> <p>El tratamiento que recibirán se realizará con estricto apego a lo indicado por Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Aunado a lo anterior el Proyecto cuenta con un Programa de Manejo Integral de Residuos, descrito en el Capítulo 6.</p>
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 , Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación ⁴² .	<p>Como medida preventiva para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio; cualquier servicio o reparación de la maquinaria de uso marino se realizará fuera del área del Proyecto.</p> <p>También se ha considerado implementar medidas regulatorias para los contratistas y estrategias de acción en atención a contingencias, las cuales se describen en los Capítulos 2 y 6 de esta manifestación de impacto ambiental.</p>
RUIDO Y AIRE	
NOM-076-SEMARNAT-2012 , Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso	<p>La maquinaria y vehículos de transporte estarán sometidos a un programa constante de mantenimiento preventivo, de acuerdo a la utilización de los mismos, lo que permitirá que se encuentren en buenas condiciones, para minimizar al máximo la generación de emisiones.</p>

⁴⁰ Ley Federal sobre Metrología y Normalización [LFMN]. 01 de julio de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 30 de abril de 2009.

⁴¹ NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 23 de junio de 2006. Diario Oficial de la Federación.

⁴² NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 10 de septiembre de 2013. Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta ⁴³ .	
NOM-077-SEMARNAT-1995 , Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible ⁴⁴ .	
NOM-080-SEMARNAT-1994 , Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición ⁴⁵ .	La promovente verificará que los equipos que participen en las labores de preparación del sitio y construcción cumplan con los parámetros establecidos en esta Norma.
NOM-081-SEMARNAT-1994 , Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición ⁴⁶ .	Se le dará mantenimiento a la maquinaria, para que estas estén en buen estado y no emitan ruido que rebasen los límites; durante los horarios establecidos contando también con mecanismos para verificar que se está dentro del rango de emisión permisible.
FLORA Y FAUNA	
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 ⁴⁷ .	<p>En el estudio de caracterización ambiental en el medio marino se registraron un total de cinco especies en el Sistema Ambiental Regional, que se encuentran listadas en la NOM-059-semarnat-2010 como sujetas a protección especial y amenazadas. Estas especies fueron registradas en los ambientes de laja con gorgonáceos, laja con algas, laja con gorgonáceos, arenal somero, estructura artificial y pastizal.</p> <p>En la parte terrestre no se registraron especies en alguna categoría de riesgo.</p> <p>En un apartado posterior se detallará el cumplimiento a esta NOM y las especies enlistadas que se encuentran en el Proyecto.</p>
NOM-022-SEMARNAT-2003 , Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y	El Predio del Proyecto no incluye ecosistemas de manglar, por lo que se da cumplimiento a este Criterio.

⁴³ NOM-076-SEMARNAT-2012. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. 27 de noviembre de 2012. Diario Oficial de la Federación.

⁴⁴ NOM-077-SEMARNAT-1995. Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. 13 de noviembre de 1995. Diario Oficial de la Federación.

⁴⁵ NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 13 de enero de 1995. Diario Oficial de la Federación.

⁴⁶ NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. 13 de enero de 1994. Diario Oficial de la Federación.

⁴⁷ 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. 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el Proyecto
restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Numeral 4.16. Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	Y si bien el relleno de playa se ubica dentro de los 100 m respecto al límite de vegetación de manglar, esta actividad no corresponde con una productiva o de apoyo, ésta es de conservación y restauración.
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	En el apartado 3.4.12.2 se describe en extenso el cumplimiento del Proyecto con lo establecido en esta NOM.
SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL	
NOM-001-STPS-2008 , Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene ⁴⁸ .	Durante el tiempo que duren los trabajos relacionados a la construcción y puesta en marcha del Proyecto, se contará con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a los trabajadores.
NOM-002-STPS-2010 , Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo ⁴⁹ .	Durante el desarrollo del Proyecto, se tendrá especial cuidado en supervisar las condiciones de seguridad para evitar situaciones de riesgo que puedan ocasionar incendios, además se contará con los extintores de acuerdo al tipo de fuego que pueda ocasionarse.
NOM-017-STPS-2008 , Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo ⁵⁰ .	El personal que laborará en el Proyecto deberá de contar con equipo de protección personal de acuerdo con las actividades que realice en el Proyecto, dando cumplimiento a la norma.
NOM-003-SEGOB-2011 , Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar ⁵¹ .	Durante todas las etapas de implementación del Proyecto, los criterios de esta norma se cumplirán, colocando señalización conforme a la misma.

3.4.12.1. NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta norma tiene por objeto el identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las

⁴⁸ NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. 24 de noviembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.

⁴⁹ NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.

⁵⁰ NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.

⁵¹ NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar. 23 de diciembre de 2011. Diario Oficial de la Federación.

especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en esta manifestación de impacto ambiental, dentro del Sistema Ambiental del Proyecto, para el medio marino, se registraron especies de flora y fauna enlistadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas se presentan en la Tabla 3. 28. Cabe señalar que en el medio terrestre no se registraron especies en alguna categoría de protección.

Tabla 3. 28. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada. Abundancia: x=presencia, E=Escaso, R=Raro, D=Dominante

Taxa	Especie	Nivel de protección	Sección / Ambiente / Abundancia
Corales	Acropora palmata	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (x);
	Orbicella annularis ⁵²	A	SAR: Laja con algas (x)
Gorgonáceos	Plexaura homomalla	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (E)
Pasto marino	Thalassia testudinum ⁴	Pr	SAR: Arenal somero (E). AE: Estructura artificial (R)
	Syringodium filiforme ⁴	A	SAR: Pastizal (D)

Conforme a lo anterior, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el Proyecto contempla la implementación del Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas y el Programa de Monitoreo Ambiental, durante todas las etapas del Proyecto, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM. Estos programas se pueden revisar a detalle en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental.

3.4.12.2. NOM-162-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana denominada NOM-162-SEMARNAT-2012⁵³, establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 01 de febrero de 2013.

Esta norma nace de la necesidad de crear un instrumento de protección para la tortuga marina existente en aguas de jurisdicción federal, las cuales constituyen un recurso natural que forma parte de la riqueza biológica y el patrimonio de la nación.

Con esta norma, el país da cumplimiento a lo establecido en la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas (CIT), aprobada por México mediante Decreto publicado en el DOF el 10 de julio del 2000, debido a que en ésta se establecen especificaciones para el manejo de las tortugas marinas durante las actividades de protección y recuperación, dando así cumplimiento a lo establecido por esta Convención para la creación de medidas de protección, conservación y manejo para las tortugas marinas en las playas de anidación dentro del proceso de incubación in situ o en vivero o corral, a efecto de abordar los posibles impactos sobre el hábitat de anidación.

⁵² Especies incluidas en la modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010; publicado en DOF:14/11/2019.

⁵³ 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. 01 de febrero de 2013. Diario Oficial de la Federación.

Asimismo, el contenido de esta norma indica que la realización de obras o actividades en el hábitat de anidación están sujetas a la autorización en materia de evaluación del impacto ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Como su nombre lo indica, este instrumento normativo tiene por objeto el establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación y 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.

Tomando en cuenta que la NOM-162-SEMARNAT-2012, prevé las condiciones por cumplir en caso de llevar a cabo actividades en lugares en los que existen especies de tortugas marinas, a continuación, se realiza su vinculación con el Proyecto, con el propósito de demostrar que el mismo se apega al contenido de estas especificaciones (Tabla 3. 29).

Al momento del presente manifiesto, no se ha observado evidencia de anidación de tortugas marinas en la playa donde se implementará el Proyecto, sin embargo, basándonos en la información bibliográfica de la región y datos obtenidos de *OBIS-SEAMAP*⁵⁴, el cual cuenta con registros de *Chelonia mydas* (tortuga blanca) y *Caretta caretta* (tortuga caguama) en las inmediaciones del Proyecto, no se descarta la posibilidad del arribo a la playa de las especies mencionadas, o de alguna de las otras registradas para Quintana Roo, es por lo anterior que el Proyecto contempla un Subprograma de Protección de Tortugas Marinas, que considera monitorear la zona de playa a fin de detectar la posible llegada de alguna tortuga y en su caso implementar las medidas necesarias para no generar alguna afectación. Durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento, existirá ausencia de alumbrado artificial en la playa, a fin de mantener las condiciones lo más naturales posibles y se prohibirá de uso de vehículos motorizados en la playa en caso de encontrar evidencia de anidación. Aun cuando el Proyecto no tiene como objeto principal la protección de especies de tortugas, los efectos de la recuperación de la rehabilitación de línea de costa y la playa frente al hotel Secrets Moxche, mejorarán las condiciones actuales para proveer un espacio susceptible de convertirse en un sitio de anidación. En este sentido, se anticipa que, aunque el Proyecto no contempla ningún tipo de manejo de tortugas, la empresa promovente se sumará a los esfuerzos de protección y conservación de las tortugas marinas en caso de ser necesario.

En razón de lo anterior, se vincularán las especificaciones de manejo de esta norma con el texto “No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación”, sin que sea óbice del apoyo y coordinación que existirá con las instituciones pertinentes en caso de ser necesario.

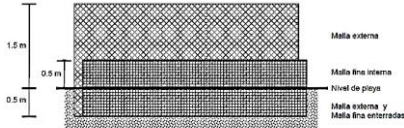
⁵⁴ El Sistema de Información Biogeográfica del Océano y Análisis Ecológico Espacial de Poblaciones de Megavertebrados (OBI SEAMAP), es una base de datos en línea con referencia espacial, que agrega datos de observación de mamíferos marinos, aves marinas, tortugas marinas, rayas y tiburones de todo el mundo. <http://seamap.env.duke.edu/>.

Tabla 3. 29. Vinculación del Proyecto con las especificaciones de la NOM-162-semarnat-2012.

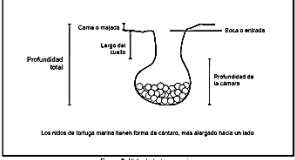
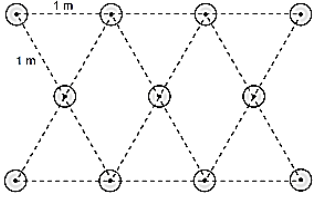
Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
5.2	El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	El promovente toma conocimiento de lo establecido. La presente vinculación con la NOM-162-SEMARNAT-2012 forma parte de la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental.
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.	Las obras y actividades contempladas en la zona costera no se ubican dentro de ningún área natural protegida.
5.4	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	
5.4.1	Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	No se prevé introducir especies exóticas o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera.
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.	No se prevé introducir o retirar vegetación en esa zona, ni afectarla de ninguna manera. El objetivo de proyecto consiste en la recuperación de la playa, la posible conformación de una duna y la forestación en ambas con especies nativas para favorecer la acumulación y retención de arena.
5.4.3	Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.	Se cumplirá con lo establecido en este criterio retirando los objetos movibles del Proyecto que pudieran afectar a las tortugas y sus crías durante la temporada de anidación.
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.	Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
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: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.	Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, colocando la iluminación correcta que sea conveniente en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.

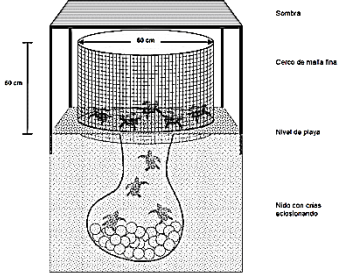
Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
5.4.6	Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías	Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se mantendrá vigilancia para detectar cualquier situación anormal que se presente en la zona de playa.
6.0 Especificaciones de manejo		
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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)	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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 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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:		

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
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.	En épocas pertinentes, se apoyará en su totalidad a las instituciones pertinentes.
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.	Se cumplirá estrictamente con lo establecido en este criterio, en caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas.
6.7 Incubación natural o in situ		
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.	En caso de encontrar evidencia de anidación de tortugas marinas, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos <i>in situ</i> se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo. El Proyecto apoyará las actividades de dicho campamento según el convenio correspondiente.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.2	Construcción del vivero o corral	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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: a) 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. b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos. c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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 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/m ² .	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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. Figura 1.  <small>Figura 1. Disposición de mallas en el vivero</small>	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.2.4	Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
	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. Figura 1.	tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.2.5	El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.3	Colecta de Nidadas	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.3.2	La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras: a) 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. b) 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 in situ.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos																																			
6.8.4	<p>De la Siembra de Nidadas 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 se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1.</p>  <p>Los nidos de tortuga marina tienen forma de cántaro, más alargado hacia un lado.</p> <table border="1" data-bbox="310 789 737 1003"> <caption>Figura 2. Nido de tortuga marina</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>Lana/Dermochelys coriacea</th> <th>Gallina/Lepidochelys olivacea</th> <th>Pirita / Blanca-Verde/Chelonia agassizii/Chelonia mydas</th> <th>Carey/Eretmochelys imbricata</th> <th>Caguama/Amarilla/Caretta caretta</th> <th>Lora/Lepidochelys kempi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ancho de la boca y cuello (cm)</td> <td>30 - 35</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> <td>20 - 25</td> </tr> <tr> <td>Largo del cuello (cm)</td> <td>35 - 40</td> <td>15 - 20</td> <td>20 - 25</td> <td>10 - 15</td> <td>20 - 25</td> <td>15 - 20</td> </tr> <tr> <td>Profundidad de la cámara (cm)</td> <td>40 - 45</td> <td>25 - 30</td> <td>25 - 30/35</td> <td>25 - 30</td> <td>30</td> <td>25 - 30</td> </tr> <tr> <td>Profundidad total incluyendo cama (cm)</td> <td>75 - 85</td> <td>40 - 50</td> <td>45 - 50/60</td> <td>35 - 45</td> <td>50 - 55</td> <td>40 - 50</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie</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 de conformidad a la figura 3.</p>  <p>Figura 3. Distribución de nidadas</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>		Lana/Dermochelys coriacea	Gallina/Lepidochelys olivacea	Pirita / Blanca-Verde/Chelonia agassizii/Chelonia mydas	Carey/Eretmochelys imbricata	Caguama/Amarilla/Caretta caretta	Lora/Lepidochelys kempi	Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25	Largo del cuello (cm)	35 - 40	15 - 20	20 - 25	10 - 15	20 - 25	15 - 20	Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25 - 30	25 - 30/35	25 - 30	30	25 - 30	Profundidad total incluyendo cama (cm)	75 - 85	40 - 50	45 - 50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50	<p>No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.</p>
	Lana/Dermochelys coriacea	Gallina/Lepidochelys olivacea	Pirita / Blanca-Verde/Chelonia agassizii/Chelonia mydas	Carey/Eretmochelys imbricata	Caguama/Amarilla/Caretta caretta	Lora/Lepidochelys kempi																															
Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25																															
Largo del cuello (cm)	35 - 40	15 - 20	20 - 25	10 - 15	20 - 25	15 - 20																															
Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25 - 30	25 - 30/35	25 - 30	30	25 - 30																															
Profundidad total incluyendo cama (cm)	75 - 85	40 - 50	45 - 50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50																															

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
	f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.	
6.8.5	Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.5.1	<p>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 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. Figura 4</p>  <p>Figura 4. Cerco para el conteo de crías emergidas.</p>	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.5.2	<p>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>	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.5.4	En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.5.6	<p>No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos:</p> <p>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.</p> <p>b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros.</p> <p>c) Por eventos de contaminación de carácter temporal.</p> <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 desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.</p>	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.6 De la Revisión de Nidos		
6.8.6.1	<p>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> <p>a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.</p> <p>b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie.</p> <p>c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.</p>	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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:	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
	<p>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.</p> <p>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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.7	De la limpieza de nidos.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.8.7.1	Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9	Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.1	Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones:	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.2	Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.2.1	Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
		manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3	Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3.1	No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3.3	No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
6.9.3.6	Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3.7	Indicarles a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3.9	Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, 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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
6.9.3.10	Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
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.	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.
7.0	Actividades de investigación Para la realización de actividades de investigación sobre tortugas marinas y su hábitat, debe observarse el procedimiento establecido para tal efecto en la Ley General	No se realizarán actividades que involucren el aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas, ni la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las mismas en su hábitat de anidación.

Num	Especificación de la NOM-162-SEMARNAT-2012.	Vinculación con el Proyectos
	de Vida Silvestre, su Reglamento y la "Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional".	

De esta forma, se da cumplimiento a lo establecido en esta Norma Oficial Mexicana.

3.5. Conclusión

El proyecto “Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche”, tiene por objeto principal mejorar las playas que se encuentran frente al hotel Secrets Moxche, lo que permitirá el uso seguro y cómodo por parte de los visitantes que arriben al lugar.

Dentro de este capítulo, se demostró la congruencia con los diferentes ordenamientos y normas jurídicas que le son aplicables, así como la compatibilidad del Proyecto con el sistema ambiental establecido en los diversos ordenamientos jurídicos y demás normas ambientales; además de que se demostró que no se generará daño grave al ecosistema, por el contrario, contempla mejorar y estabilizar a largo plazo el perfil costero de las playas adyacentes al sitio del Proyecto. Así mismo, esta propuesta se suma a la visión regional de restauración costera que otros proyectos han implementado, permitiendo contar con un mayor alcance en los esfuerzos de protección de la línea de costa.

Por otro lado, con la finalidad de prevenir impactos ambientales de cualquier índole se dará una capacitación al personal a cargo de la construcción del Proyecto, consistente en temas de educación ambiental relacionados con la protección de la flora y fauna, conservación de suelos, así como el manejo adecuado de los residuos en sus diferentes modalidades; para así, dar cabal cumplimiento a las disposiciones jurídicas pertinentes.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	2
4.1. Introducción	2
4.2. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional	4
4.2.1. Sistema Ambiental Regional del Proyecto	4
4.3. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional	5
4.3.1. Medio Abiótico	6
4.3.1.1. Fisiografía	6
4.3.1.2. Climatología	7
4.3.1.3. Geología y Geomorfología	12
4.3.1.4. Litología	13
4.3.1.5. Edafología	15
4.3.1.6. Hidrología	16
4.3.1.7. Hidrogeología	18
4.3.1.8. Descripción del Medio Marino	19
4.3.2. Medio Biótico	40
4.3.2.1. Sistema Ambiental Regional (Ambiente Marino)	41
4.3.2.2. Metodología	46
4.3.2.3. Resultados	50
4.3.3. Medio Socioeconómico	113
4.3.3.1. Localización Regional	114
4.3.3.2. Composición de la Estructura Poblacional	114
4.3.3.3. Crecimiento Demográfico	115
4.3.3.4. Distribución y Densidad Poblacional	115
4.3.3.5. Aspectos Económicos	120
4.3.3.6. Paisaje	123
4.4. Diagnóstico Ambiental	129
4.4.1. Pronóstico Ambiental con la Implementación del Proyecto	134
4.4.1.1. Evaluación de Efectos de Reflexión del Oleaje en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo WAPO	135
4.4.1.2. Evaluación de la Corriente Inducida por el Oleaje en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo COCO	137
4.4.1.3. Evaluación Hidro-morfodinámica del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo DELFT3D	138
4.4.1.4. Hábitats artificiales	147

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

4.1. Introducción

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13 fracción IV que en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional se deberá describir el sistema ambiental regional y señalar las tendencias del desarrollo y deterioro de la región. En cumplimiento a lo anterior, se presenta este capítulo, el cual tiene como objetivo delimitar, describir y analizar de manera integral el sistema ambiental regional (SAR) que constituye el entorno en donde se plantea la inserción del proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche (en adelante el Proyecto), así como identificar los principales procesos relacionados a la estructura y función de los componentes ecológicos presentes y con ello detectar los posibles efectos tanto positivos como negativos que pudiera generar el desarrollo del Proyecto en la región.

El sistema ambiental, de acuerdo al glosario de términos de la guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental, es descrito como el “espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socio-económicos de la región donde se pretende establecer el Proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales de aprovechamiento”. Bajo este concepto, el SAR es la región ecológica donde los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, generados en las diversas etapas del Proyecto, pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como se establece en el inciso IV del artículo 11 del REIA.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el Proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el Proyecto.

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas.
- Estudios de campo del área de estudio.
- Información obtenida de herramientas de alta precisión como imágenes satelitales a partir de Google Earth.
- Literatura disponible del sitio de interés.
- Datos cartográficos puestos a disposición por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

A partir de la información obtenida, se realizó la corroboración de datos en campo, así como estudios de gabinete, con la finalidad de obtener información precisa sobre temas tales como la fisiografía, batimetría, circulación costera, vegetación y fauna (Tabla 4. 1). Esta información ha sido utilizada como parte fundamental para el planteamiento y diseño del Proyecto.

Tabla 4. 1. Estructura general del contenido del Capítulo 4 de Proyecto.

Contenido		Nivel de extensión territorial del área de estudio	
Delimitación del área de estudio	Fundamento de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Ambientes marinos y zona costera Sistema ambiental	
		Oceanografía y dinámica litoral Celda litoral	
Descripción Ambiental	Caracterización del SAR		
	Aspectos Abióticos	Medio Terrestre	
		Fisiografía	Península de Yucatán Sistema ambiental
		Clima	Península de Yucatán Sistema ambiental
		Geología y geomorfología	Península de Yucatán
		Litología	Península de Yucatán
		Edafología	Estado de Quintana Roo
			Municipio de Solidaridad Sistema ambiental
		Hidrología	Península de Yucatán
		Hidrogeología	Península de Yucatán
			Sistema ambiental
		Medio Marino	
		Corrientes marinas	Caribe Mexicano
			Sistema ambiental
		Dinámica litoral	Celda litoral
		Batimetría	Sistema ambiental
		Mareas	Sistema ambiental
		Análisis de información de huracanes	Sistema ambiental
		Oleaje	Celda litoral
	Viento	Celda litoral	
	Cambio climático	Sistema ambiental	
	Aspectos Bióticos	Zona costera	
		Ambientes marinos	Sistema ambiental
Vegetación marina		Sistema ambiental	
Fauna marina		Sistema ambiental	
Aspectos Socioeconómicos	Contexto Regional	Municipio de Solidaridad	
Análisis Ambiental	Diagnóstico Ambiental		
	Condición Ambiental	Zona costera	
		Vegetación marina	
		Fauna marina	
		Ambientes marinos	Sistema Ambiental

4.2. Delimitación y Justificación del Sistema Ambiental Regional

4.2.1. Sistema Ambiental Regional del Proyecto

La guía para la elaboración de una manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional (MIA-R), de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, indica en su Artículo 13, Fracción IV, que la manifestación de impacto ambiental deberá contener la descripción del sistema ambiental regional, así como el señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

Para delimitar el sistema ambiental del presente Proyecto se consideraron en el análisis y evaluación los siguientes criterios:

- Medio abiótico.
 - Estudio oceanográfico y de dinámica litoral.
 - Estudio hidrográfico.
 - Limitantes físicas ubicadas en el área de estudio y que representen barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio.
- Medio biótico: Estudio de caracterización ambiental del medio marino.
- Marco jurídico.
 - Normativos: Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas.
 - Planeación: Programas de Ordenamiento Ecológico y Programas de Desarrollo Urbano.
- Área de influencia: Entendiéndose como el “espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el Proyecto y que alterará algún elemento ambiental”¹.

De acuerdo a lo anterior, los límites y principales criterios empleados para definir el SAR del Proyecto son:

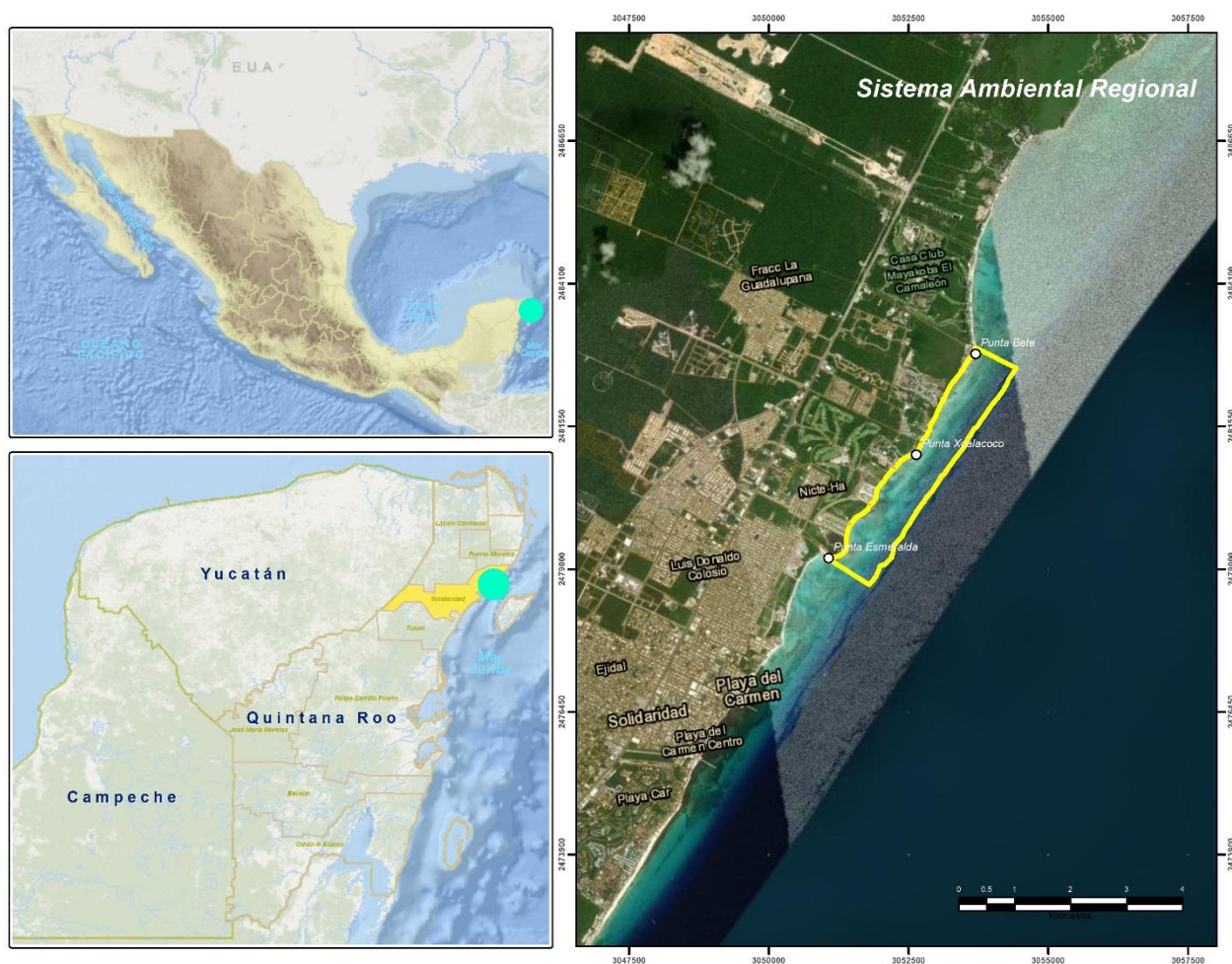
- Al norte y sur, la celda litoral definida para el Proyecto, comprendida por Punta Bete (al norte) y Punta Esmeralda (al sur).
- Al noreste, este y sureste, la cota batimétrica de 20 m, los hábitats marinos y cobertura bentónica definidos por la CONABIO (2017), así como la ubicación del banco de arena y la pluma de dispersión que generará la extracción de sedimentos.

¹ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf

- Al noroeste, oeste y suroeste la franja costera, correspondiente al ambiente de playa y la línea de costa, que supone la división entre el ambiente terrestre y el marino, determinadas a partir de la fotogrametría tomada para el Proyecto en enero de 2020.

El SAR cuenta con una superficie de 304.04 ha, que en su mayoría pertenece a una superficie marina (97.76%), el otro 2.25% corresponde a la superficie terrestre relacionado con la franja costera del ambiente de playa. La configuración del SAR se presenta en la Figura 4. 1.

Figura 4. 1. Sistema Ambiental Regional.



4.3. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional

En este apartado se describen y analizan los elementos abióticos, bióticos y sociales que integran el SAR, para contar con una visión clara (estado inicial de referencia) de las condiciones que conforman el entorno del área donde se ubicará el Proyecto, que facilite la evaluación de los impactos ambientales y permita establecer las apropiadas medidas de mitigación.

4.3.1. Medio Abiótico

La información a continuación, describe los diferentes componentes del medio abiótico que van de lo general a lo particular, para la mejor comprensión de la zona de estudio, los aspectos que se abordan se presentan a continuación:

- Fisiografía
- Clima
- Geología y geomorfología
- Litología
- Edafología
- Hidrología e hidrogeología
- Corrientes marinas
- Dinámica litoral
- Batimetría
- Mareas
- Oleaje
- Viento
- Cambio climático

Se adjunta al presente informe el Anexo 4.1 y 4.2 para consulta a detalle de los estudios hidrográficos, oceanográficos y de dinámica litoral realizados por Tecnoceano S.C. y el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México.

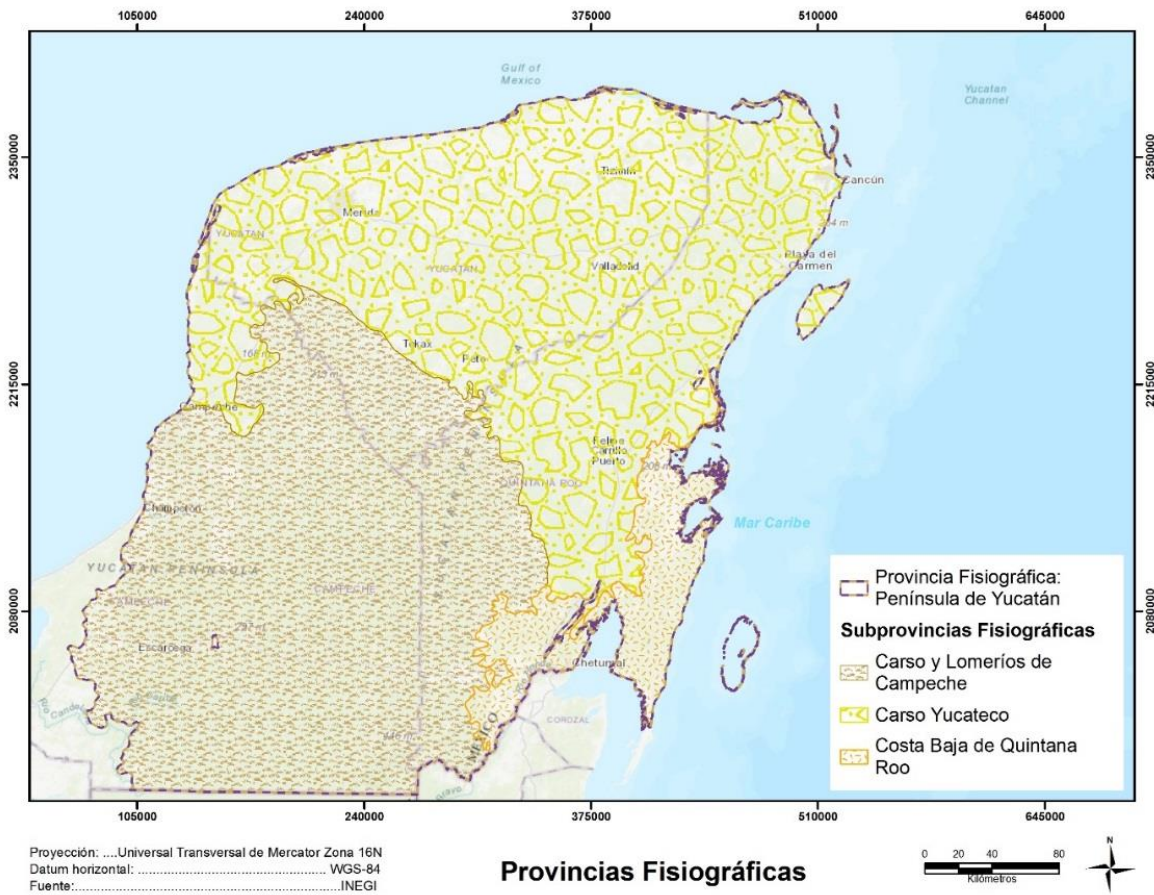
4.3.1.1. Fisiografía

El área del SAR queda comprendida en la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán (Figura 4. 2), que se caracteriza por ser una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del mar Caribe desde hace millones de años. Cuenta con una altitud promedio de 50 m.s.n.m. y sólo es en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones de hasta 350 m (INEGI, 2015).

Esta provincia comprende a su vez tres subprovincias: 1) Carso y Lomeríos de Campeche, 2) Carso Yucateco y 3) Costa Baja de Quintana Roo.

De acuerdo a su ubicación, el SAR se encuentra dentro de la subprovincia denominada Carso Yucateco, la cual ocupa la porción nororiental. Desde el punto de vista geomorfológico es una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. Se distingue por su topografía kárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi toda su extensión carece de sistemas de drenaje superficial (Pozo, et al, 2011).

Figura 4. 2. Provincia fisiográfica Península de Yucatán (Cervantes-Zamora, 1990).

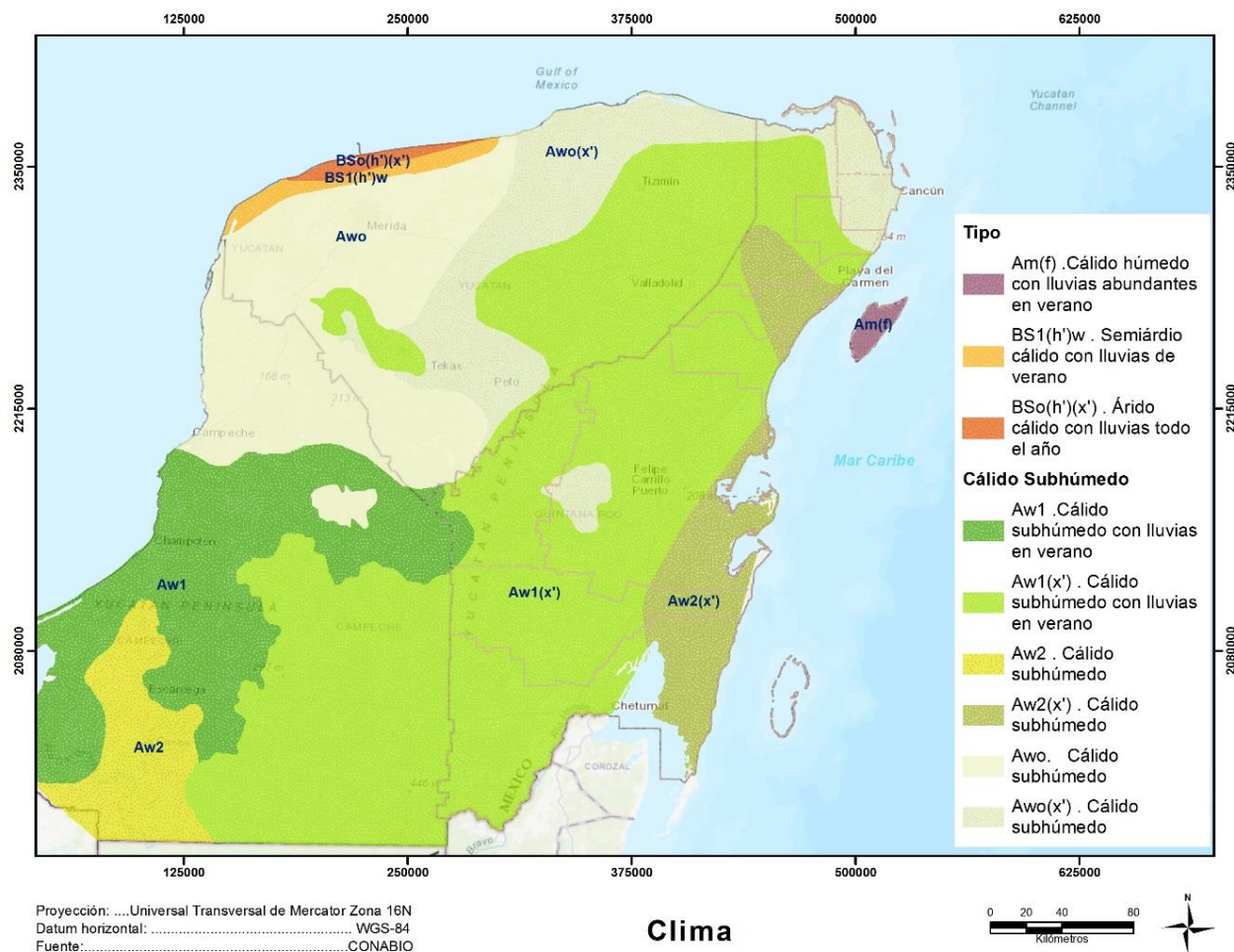


4.3.1.2. Climatología

El clima es un componente ambiental determinante en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos (FAO, 1981; Critchfield, 1983, citados por Serrano-Altamirano, et al, 2007). Para evaluar las disponibilidades o limitantes climáticas de una región es imprescindible caracterizar cuantitativamente el comportamiento de los diversos elementos del clima, los elementos más utilizados son la temperatura (principalmente la media) y la precipitación. El resultado del tratamiento estadístico de ambas variables ha sido las clasificaciones climáticas (Orellana, 2009).

Para la península de Yucatán la distribución de los climas está regida principalmente por las interacciones de los factores climáticos que inciden sobre la región. Por su localización dominan durante todo el año los vientos alisos, predominando la dirección este-sureste. Durante el verano y parte del otoño invaden la región los ciclones tropicales que se forman en los mares Caribe y de las Antillas. Existe una temporada lluviosa bien definida que abarca de mayo a octubre, con lluvias regulares del tipo de aguacero, con precipitación abundante (mayor de 60 mm mensuales), con excepción de la franja litoral del Golfo de México la cual recibe lluvia moderada. La temperatura media anual es, en promedio, de 26°C, la variación espacial en la península es poco marcada y no hay diferencias mayores de 1°C. Los climas predominantes son los subhúmedos con régimen de lluvias de verano Aw y con régimen intermedio Ax'(w), excepto a lo largo de una angosta franja del litoral del norte de Yucatán en donde son secos BS0 y BS1 (Vidal, 2005) (Figura 4. 3).

Figura 4. 3. Climas de la península de Yucatán.



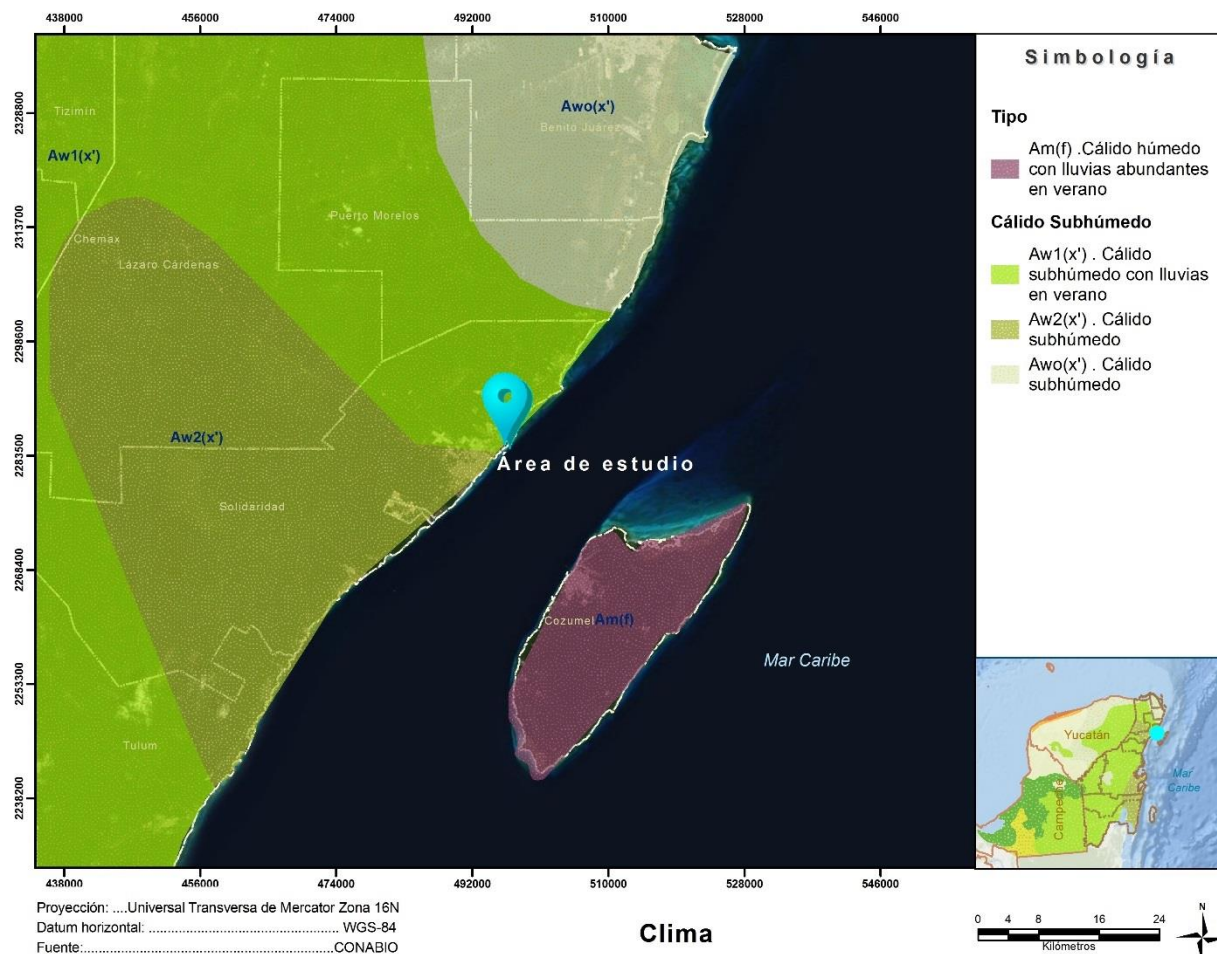
4.3.1.2.1. Tipo de Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García, las unidades climáticas registrada para el SAR son de tipo Aw1(x') y Aw2(x') (Figura 4. 4).

Aw1(x'): Se caracteriza por ser un tipo de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano e intermedias en invierno. La temperatura media anual es de 26°C. Los vientos predominantes provienen del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a octubre. El clima se ve afectado por los ciclones que aumentan la precipitación sobre todo en verano (García, 1998).

Aw2(x'): Se caracteriza por ser un tipo de clima cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Las precipitaciones del mes más seco se encuentran entre 0 y 60 mm; las lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual (García, 1998).

Figura 4. 4. Clima del sistema ambiental regional (García, 1998).



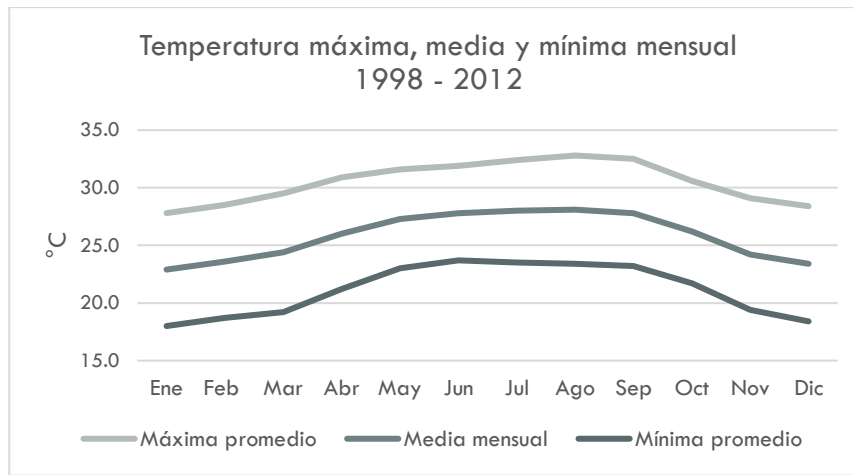
4.3.1.2.2. Temperatura

Las temperaturas registradas para el SAR tomando como referencia los datos de la estación meteorológica 23163 de la Comisión Nacional del Agua (CNA), ubicada en Playa del Carmen, con relación al promedio de la media mensual, en un período de 14 años (1998 – 2012), indican que este parámetro se registra en 25.9°C, el mes más caluroso lo registra agosto con una temperatura máxima promedio de 32.8°C, y el mes de enero se registra como el más frío con una temperatura mínima promedio de 18.0°C.

Tabla 4. 2. Datos históricos (1998 – 2012) de temperatura máxima y mínima promedio y media mensual para el área donde se localiza el sistema ambiental regional (estación meteorológica 23163, CONAGUA, 2018).

Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima promedio	27.8	28.5	29.5	30.9	31.6	31.9	32.4	32.8	32.5	30.6	29.1	28.4
Media mensual	22.9	23.6	24.4	26.0	27.3	27.8	28.0	28.1	27.8	26.2	24.2	23.4
Mínima promedio	18.0	18.7	19.2	21.2	23.0	23.7	23.5	23.4	23.2	21.7	19.4	18.4

Figura 4. 5. Datos históricos (1998 – 2012) de temperatura máxima y mínima promedio y media mensual para el área donde se localiza el sistema ambiental regional (estación meteorológica 23163, CONAGUA, 2018).



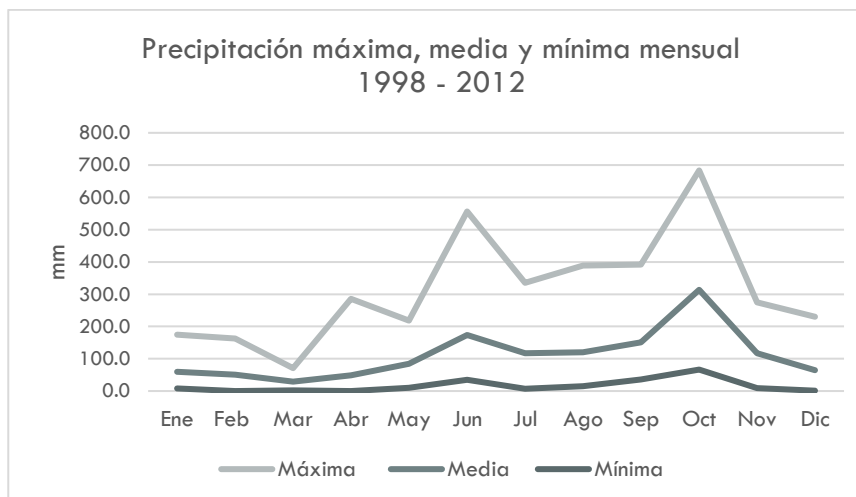
4.3.1.2.3. Precipitación

Con respecto a la precipitación pluvial, la estación meteorológica 23163 indica, para el periodo comprendido entre 1998 – 2012, una media de precipitación total mensual de 111 mm, con un acumulado de 1,331.9 mm. Los meses que han registrado las máximas precipitaciones son junio en 2004 y octubre en 2011 con 556.0 y 683.5 mm respectivamente. Los meses que registran las mínimas precipitaciones son febrero y abril de 1999, ambas con 0 mm.

Tabla 4. 3. Datos históricos (1998 – 2012) de la precipitación total mensual para el área donde se localiza el sistema ambiental regional (estación meteorológica 21163, CONAGUA, 2018).

Precipitación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima	174.9	162.7	71.0	286.0	218.0	556.0	335.0	388.8	391.6	683.5	275.1	230.0
Media	60.1	51.0	29.2	48.3	84.5	173.4	117.3	119.8	151.2	313.6	117.4	65.0
Mínima	8.5	0.0	2.0	0.0	10.2	34.4	7.6	15.5	36.3	66.5	9.0	1.5

Figura 4. 6. Datos históricos (1998 – 2012) de la precipitación total mensual para el área donde se localiza el sistema ambiental regional (estación meteorológica 21163, CONAGUA, 2018).



4.3.1.2.4. Eventos Hidrometeorológicos

De acuerdo a la temporalidad, la península de Yucatán es afectada año tras año por diversos fenómenos meteorológicos. Los Nortes o frentes fríos son característicos de noviembre a abril, en la época invernal. En los meses de abril y mayo (época de estiaje), se observa un período relativamente seco. Desde el mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la región se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales que traen un potencial de humedad importante y que constituyen la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

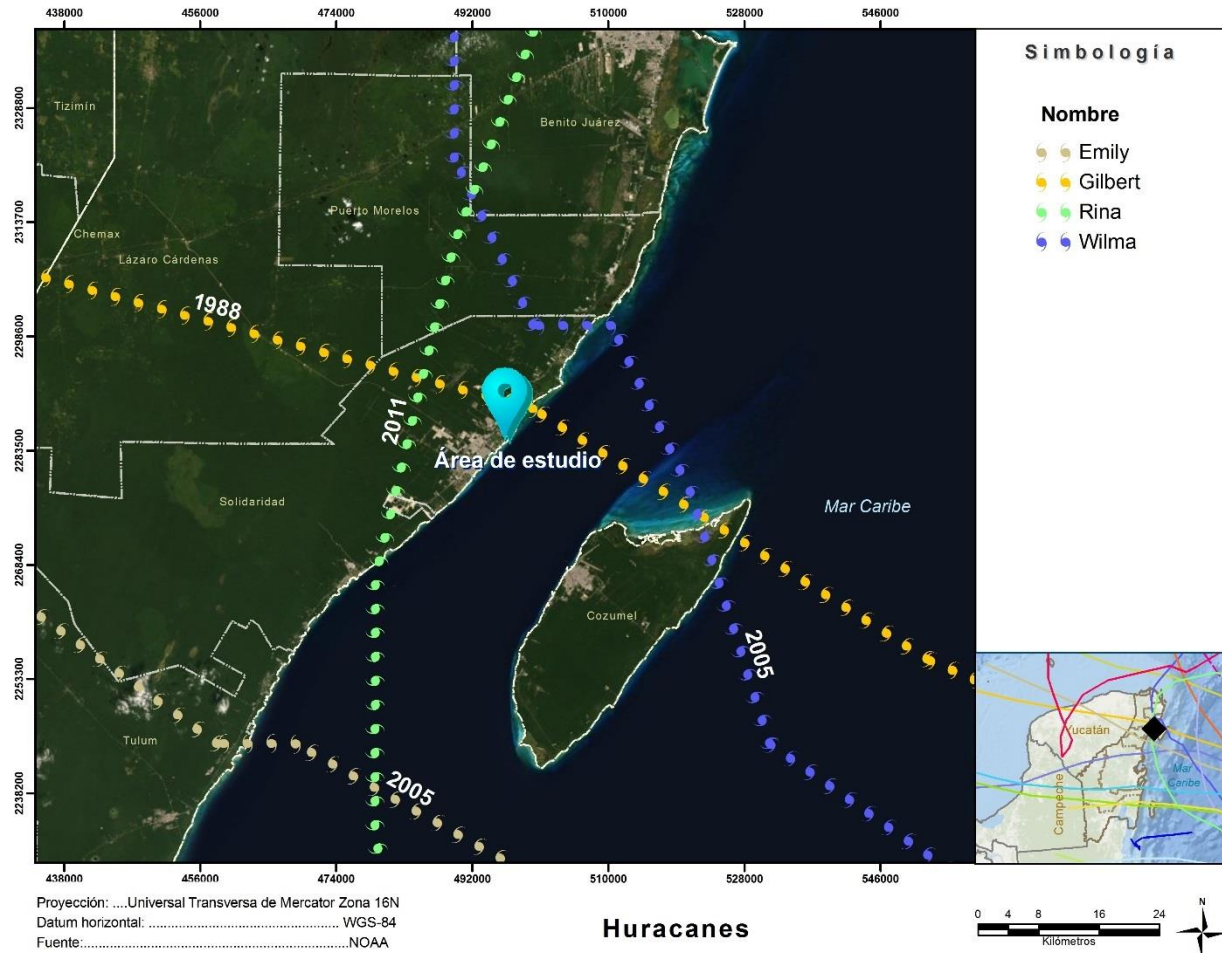
Huracanes

La región se localiza dentro del área de incidencia de ciclones tropicales que se forman cada año en el Mar Caribe y en el Océano Atlántico, durante el verano y parte del otoño. En la Figura 4. 7, se puede observar las trayectorias que siguieron algunos de los huracanes que han pasado por Quintana Roo o cerca y han tenido algún impacto en la región.

Por su ubicación, la península de Yucatán es afectada de modo directo o indirecto por la mayoría de los huracanes que se forman en el Caribe Occidental. La mayor parte de éstos entran por la costa oriental de la península de Yucatán, es en Quintana Roo donde impactan con mayor fuerza. Entre los huracanes más importantes están Janet en 1955, Carmen en 1974, Hallie en 1966, Dorothy en 1970, Eloise en 1975, Gilberto en 1988 y Ópalo, Roxane en 1995 y Wilma en 2005.

Estudios recientes han mostrado que hay una relación entre los vientos que generan la circulación Madden-Julian y la actividad ciclónica del Caribe occidental con un retraso de dos semanas aproximadamente. Algunos estudios muestran un incremento de 400% en la actividad ciclónica del Caribe y Golfo de México cuando la época ciclónica coincide con apariciones del fenómeno de Madden-Julian (PEOT, 2002). Otro factor que influye la actividad ciclónica es la variabilidad en el comportamiento global de la temperatura inducidos por El Niño en el Pacífico y su contraparte atlántica La Niña

Figura 4. 7. Registro histórico de huracanes en la región.



4.3.1.3. Geología y Geomorfología

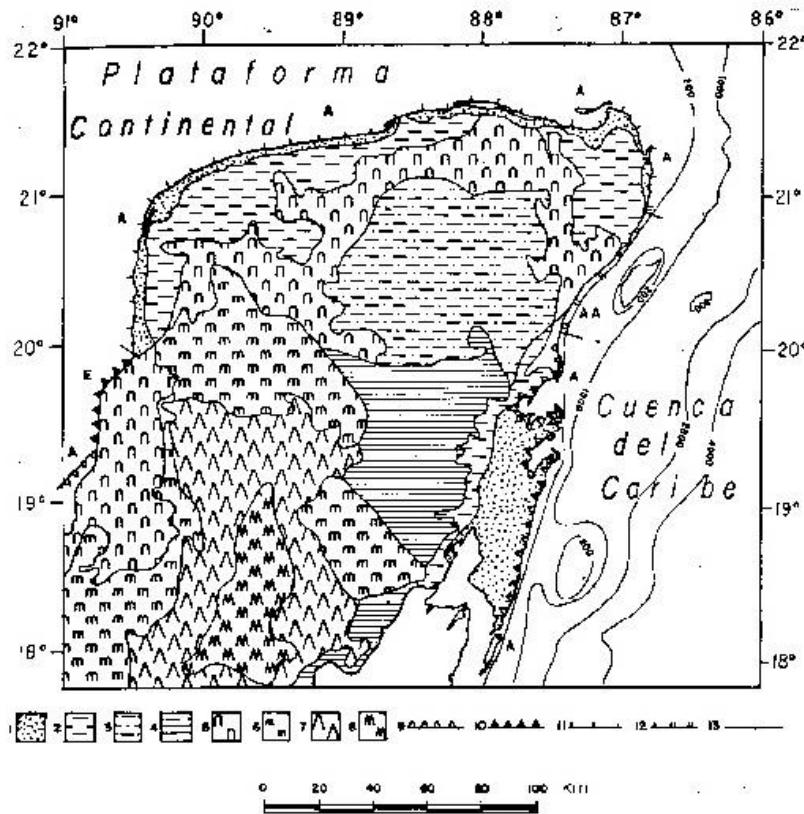
La provincia Plataforma de Yucatán se localiza en el sector sur del Golfo de México, y la parte emergida constituye la península de Yucatán. La plataforma tiene una amplia extensión y ha constituido un elemento tectónicamente estable durante buena parte del Mesozoico y Cenozoico, a partir de la apertura en el Jurásico Medio y formación del Golfo de México.

La plataforma está formada por rocas sedimentarias cretácicas, que presentan una secuencia sub-horizontal de carbonatos y evaporitas. Encontrándose sobre este basamento una acumulación de capa gruesa de sedimentos marinos del Paleozoico Tardío, seguido por sedimentación continental del Jurásico, que a su vez subyacen a un depósito extenso de evaporitas que corresponden a una cuenca carbonatada limitada por arrecifes del Cretácico Temprano (Aguayo, et al., 1980).

La península de Yucatán muestra dos unidades morfológicas principales: La primera se ubica al norte y predominan las planicies y las rocas sedimentarias neogénicas; en el sur, las planicies alternan con lomeríos de hasta 400 m.s.n.m. en rocas sedimentarias oligocénicas (Lugo, et al, 1992).

La topografía tiene poco contraste en altitud, con una suave e imperceptible inclinación de sur a norte. Carece de una red fluvial, el escurrimiento es casi totalmente subterráneo, lo que ha dado origen a un gran sistema de formas kársticas en las que se incluyen a los cenotes y sistemas de cuevas.

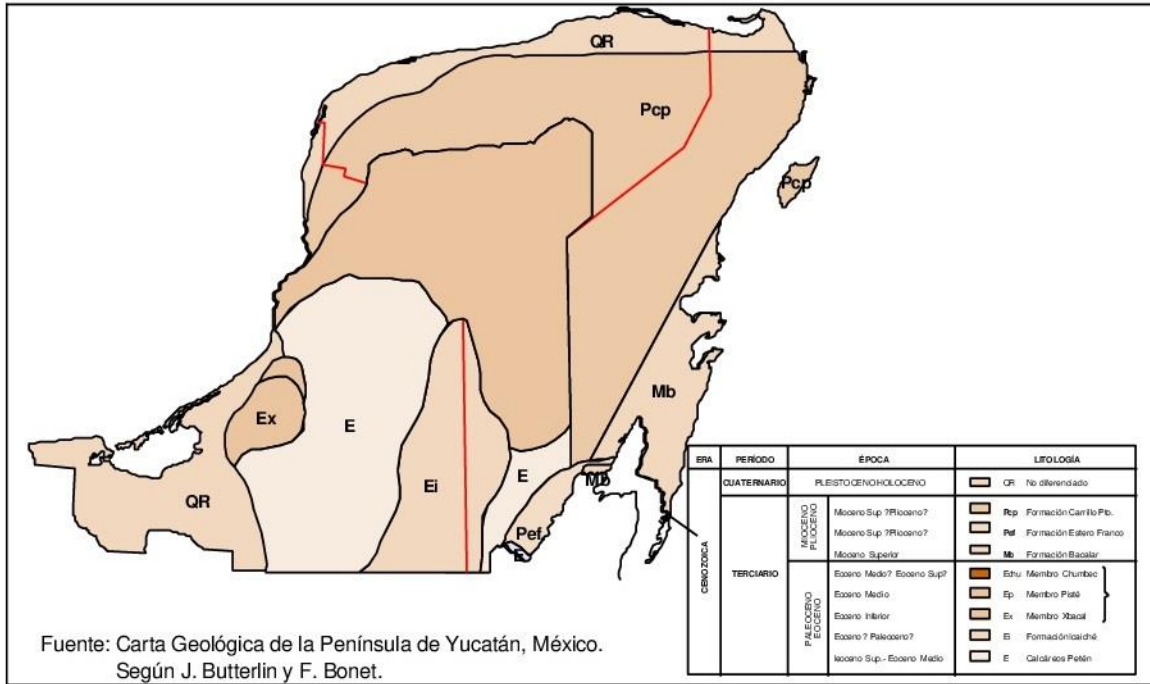
Figura 4. 8. Morfología de la península de Yucatán. 1-Planicie de acumulación marina, formada principalmente en el Holoceno. Planicies estructurales: 2-casí horizontal, de hasta 10 m de altitud, marginal a la costa; 3-casi horizontal, de 10-20 m de altitud; 4-casi horizontal, en localidades con lomeríos, altitud de 20-50 m; 5-plánicie con lomeríos, marginal a la costa, elevada, 10-50 m; 6-planicies y lomeríos con altitud de 50-100 m. Lomeríos: 7-menorer de 100 a 200 m de altitud; 8-mayores de 200 a 350 m de altitud. Dinámica de la línea de costa: 9-en retroceso hacia el continente, por sumersión o por ascenso del nivel del mar; 10-avance hacia el mar por emersión y/o por acumulación deltaica; 11-avance hacia el mar por depósitos litorales; 12-neutral o no diferenciada; 13-Procesos dominantes en la costa: A, acumulación; AA, acumulación y abrasión (erosión marina); E, erosión (Lugo-Hubp, et al, 1992).



4.3.1.4. Litología

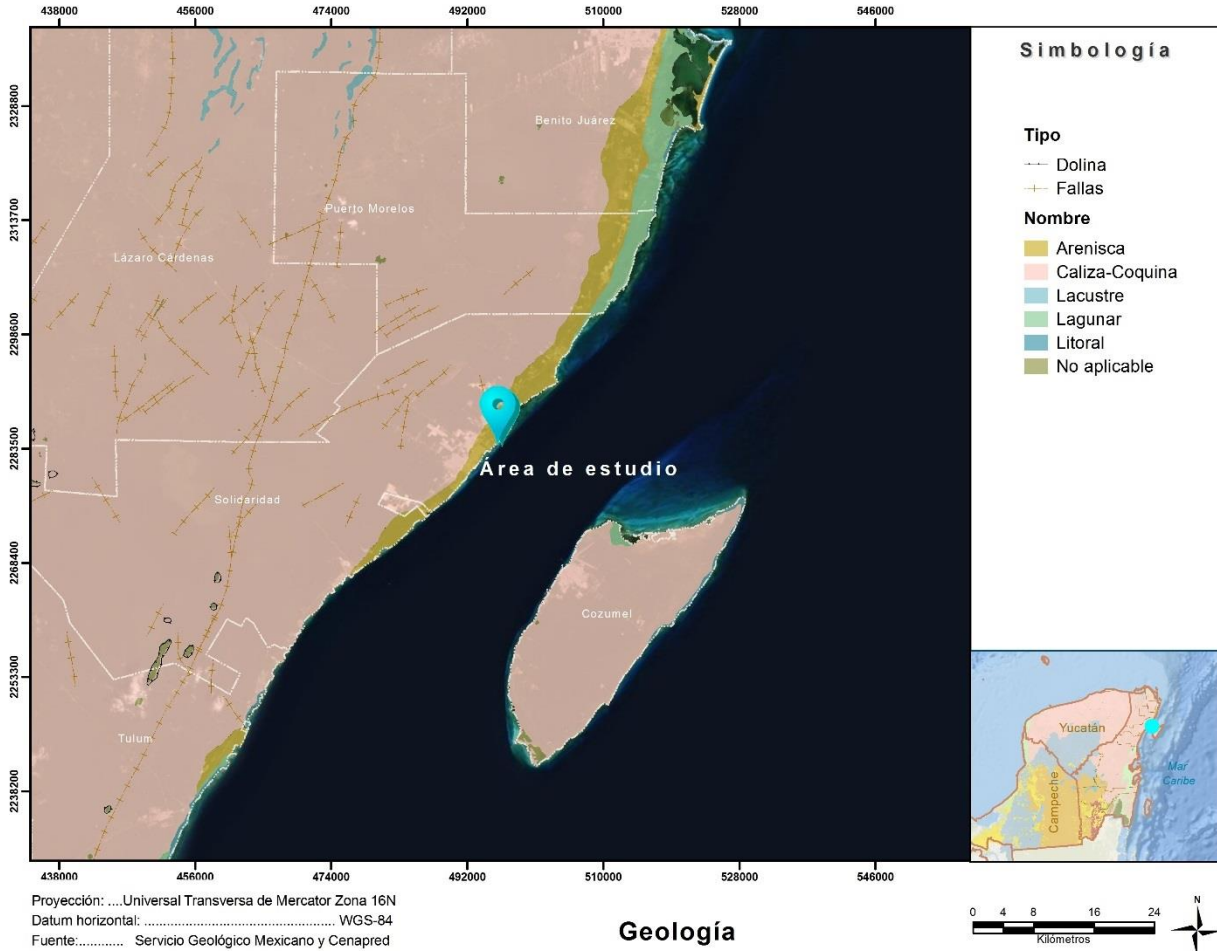
Desde el punto de vista estratigráfico se presenta una columna que varía desde el Paleoceno hasta el Cuaternario. Esta columna incluye, en orden ascendente, las formaciones Chichén Itzá e Icaiche del Paleoceno-Eoceno; las formaciones Bacalar; Estero Franco y Carrillo Puerto del Mioceno Superior, Plioceno y las calizas con moluscos del Pleistoceno-Holoceno (INEGI, 1990).

Figura 4. 9. Carta geológica de la península de Yucatán, México (Butterlin y Bonet, 1963; tomada de CONAGUA, 2015).



La unidad estratigráfica que corresponde al período terciario, que se observa en el SAR, se encuentra identificada dentro de la Formación Carrillo Puerto, en la que los niveles inferiores corresponden a coquinas de más o menos un metro de espesor, cubiertas por calizas duras. La alteración de estas calizas por el intemperismo origina arcillas lateríticas. Los niveles superiores están representados por calizas blancas duras y masivas. Los echados observados son débiles o nulos, con orientación NNE. Estas rocas mantienen una alta permeabilidad y porosidad, ya que se encuentran fracturas y contienen abundantes quedades de disolución (UQROO, 2004).

Figura 4. 10. Unidades litológicas registradas en la parte continental del sistema ambiental regional.



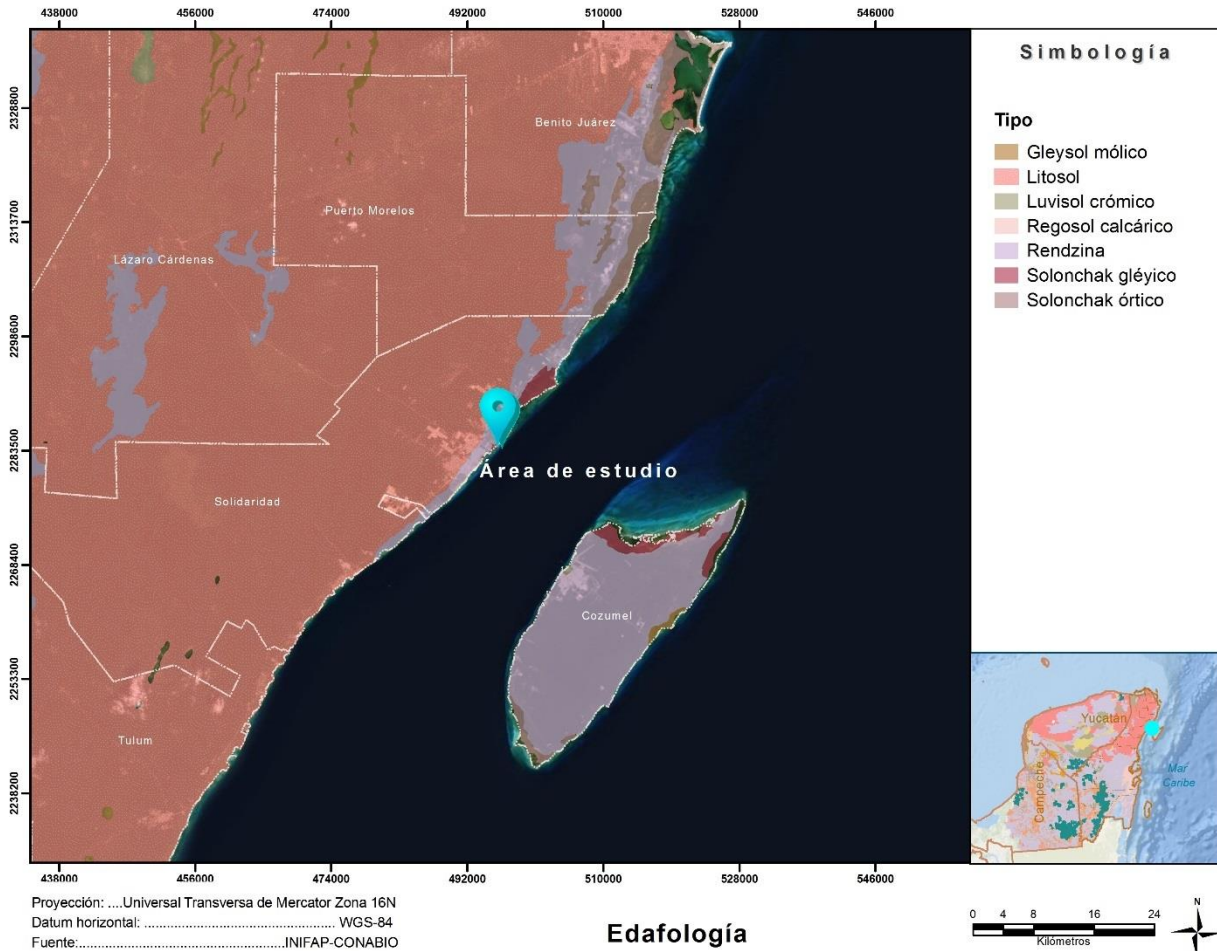
4.3.1.5. Edafología

En Quintana Roo existen doce de los treinta grupos de suelos principales, reconocidos por la Base Referencial Mundial para el Recursos del Suelo (WRB, 2000). Cuatro grupos abarcan el 85.5% de la superficie estatal: Leptosol, Vertisol gléyico, Phaeozem y Luvisol crómico (Pozo, et al, 2011).

En el municipio de Solidaridad existen 5 tipos de suelos, siendo predominante el Leptosol, estando presente en el 94.52% de la superficie del municipio, lo sigue el Phaeozem con el 24.7%, el Solonchak con el 1% el Arenosol con el 0.42% y el Histosol con el 0.3% (INEGI, 2009).

De acuerdo con la clasificación de la FAO/UNESCO el tipo de suelo registrado en la parte continental del SAR es Solonchak Gléyco (Figura 4. 11). Los suelos tipo Solonchak se caracterizan por ser suelos con alto contenido de sales, que se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras.

Figura 4. 11. Tipo de suelo presente en la parte continental del sistema ambiental regional.



4.3.1.6. Hidrología

De acuerdo a las regiones hidrológicas establecidas para México, el SAR se ubica dentro de la región XII Península de Yucatán (RHA XII PY), región hidrológica 32, cuenca A. Esta región hidrológica abarca además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche. En Quintana Roo comprende la porción norte y cubre un área equivalente a 31.7% del estado (Figura 4. 12) (INEGI, 2002).

Para esta región hidrológica, como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales, el escurrimiento encontrado es totalmente subterráneo dada la permeabilidad de la roca caliza (karst), y constituye el espacio donde se encuentra la mayor parte de los varios cientos de cenotes de la península. Muchos de ellos se hallan alineados, signo de la presencia de corrientes subterráneas (Kauffer, 2011).

Entre los factores más importantes para la formación de karst en la cuenca de la península de Yucatán encontramos las rupturas de roca que controlan la posición de las formas kársticas, en especial las formaciones subterráneas, que constituyen casi en su totalidad el karst encontrado en la cuenca (Lugo – Hubp, et al, 1992).

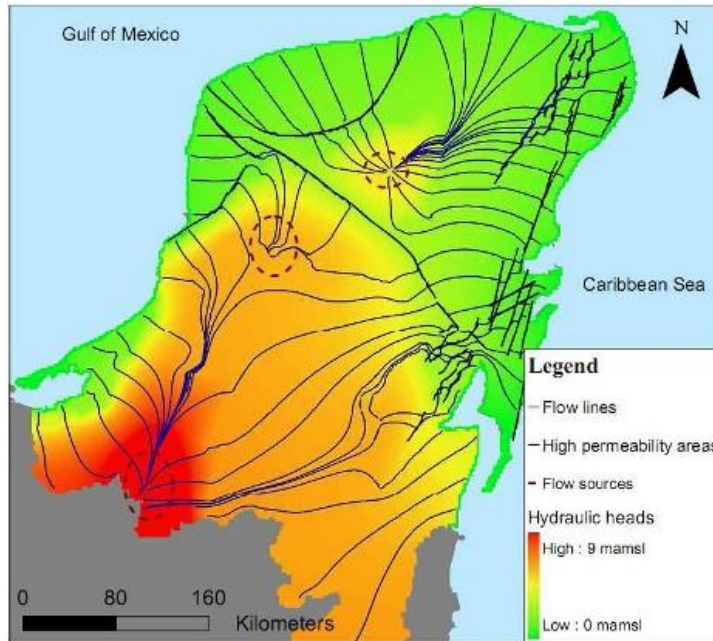
Figura 4. 12. Regiones hidrológicas que componen la región XII Península de Yucatán (CONAGUA, 2015).



Estudios realizados señalan que, de la precipitación pluvial registrada, el 85% se evapora y el 15% se infiltra al acuífero a través de las fracturas, oquedades y los conductos kársticos de calizas. La recarga del acuífero se da principalmente en los meses de mayo a octubre y se encuentra asociada al periodo de lluvias de mayor intensidad.

El agua subterránea fluye de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del karst profundo. La descarga natural del acuífero se realiza a través de manantiales y en forma difusa hacia el mar, alimentando a los esteros y lagunas costeras (Batllori y Febles, 2002).

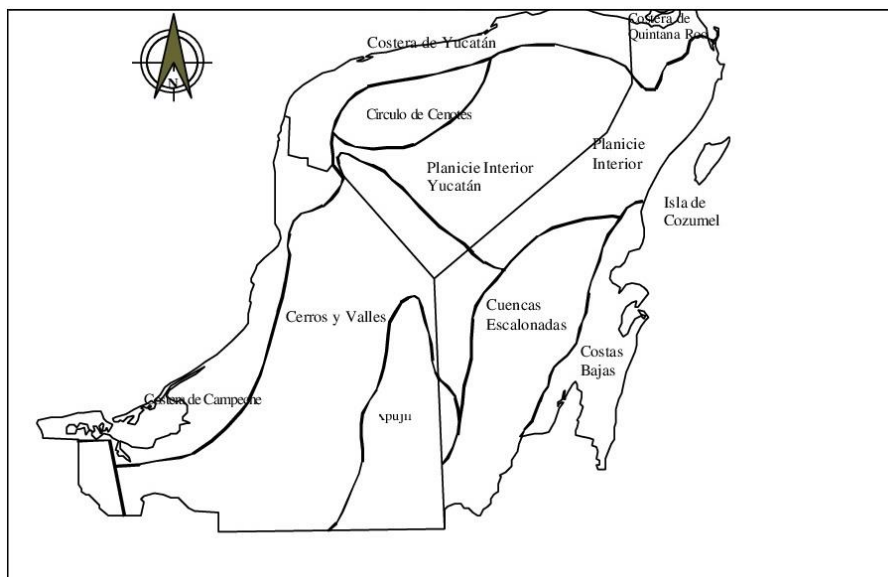
Figura 4. 13. Modelo del flujo general del agua en los ríos subterráneos de la península de Yucatán (Charvet, 2009).



4.3.1.7. Hidrogeología

Se considera a la península de Yucatán como una unidad regional denominada Acuífero Península de Yucatán, conformada por trece unidades hidrogeológicas, tres ubicadas en Campeche, cuatro en Yucatán y seis en Quintana Roo, que corresponden a: Cerros y Valles, Cuencas Escalonadas, Costas Bajas, Costera e Isla de Cozumel y Planicie Interior (Figura 4. 14).

Figura 4. 14. Ubicación de las unidades hidrogeológicas de la península de Yucatán.



El SAR se encuentra dentro de la región hidrogeológica denominada Planicie Interior, conformada por rocas calizas de origen marino pertenecientes al Terciario de la Formación Carrillo Puerto. Las calizas presentan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituye un buen acuífero. El funcionamiento hidrogeológico se caracteriza por un flujo subterráneo radial, desde la zona interior continental hacia la zona de borde (Doering y Butler, 1974). Las entradas al acuífero se realizan por precipitación directa y aportes subterráneos desde otras cuencas. Las salidas tienen lugar por evapotranspiración en su mayoría y descargas al mar. El nivel freático se mantiene prácticamente constante durante todo el año, por lo que la variación en el almacenamiento resulta imperceptible, estando en equilibrio las entradas y las salidas.

4.3.1.8. Descripción del Medio Marino

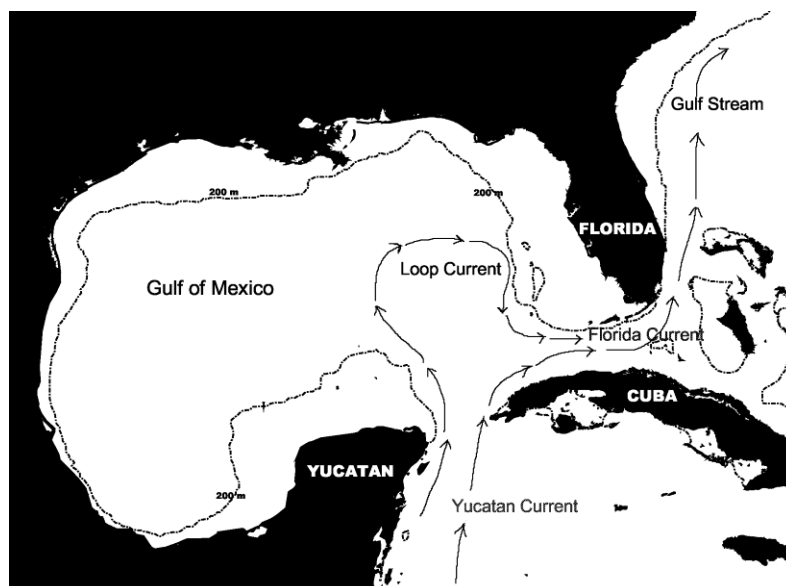
4.3.1.8.1. Corrientes Marinas

El SAR está dominado por la Corriente de Yucatán, que tiene su origen en la Corriente del Caribe, la cual penetra el Mar Caribe a través de los estrechos que se hallan entre las Antillas menores (Aguirre, 2002). La dirección de la corriente de Yucatán varía de noreste a noroeste y alcanza una velocidad máxima de 2.5 m s^{-1} , el transporte promedio ha sido estimado en 26 Sv (± 3 , desviación estándar) y su velocidad promedio, de 1.5 m s^{-1} .

Esta corriente intensa no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía de la zona. El núcleo de la corriente de Yucatán se caracteriza por tener velocidades superiores a los 0.6 m s^{-1} en todo momento y un ancho aproximadamente entre 50 y 100 km; su velocidad máxima se observa en la superficie y decrece paulatinamente hasta los 800 m de profundidad.

La variabilidad del flujo juega un papel importante en la caracterización de la corriente de Yucatán. Una parte de la variabilidad de esta corriente ha sido atribuida a remolinos de meoescala. El origen de estos remolinos puede observarse desde el este de la cuenca caribeña, el mar de Caimán y los estrechos en el oeste del Caribe, particularmente en el paso de los vientos (Athié, et al, 2011).

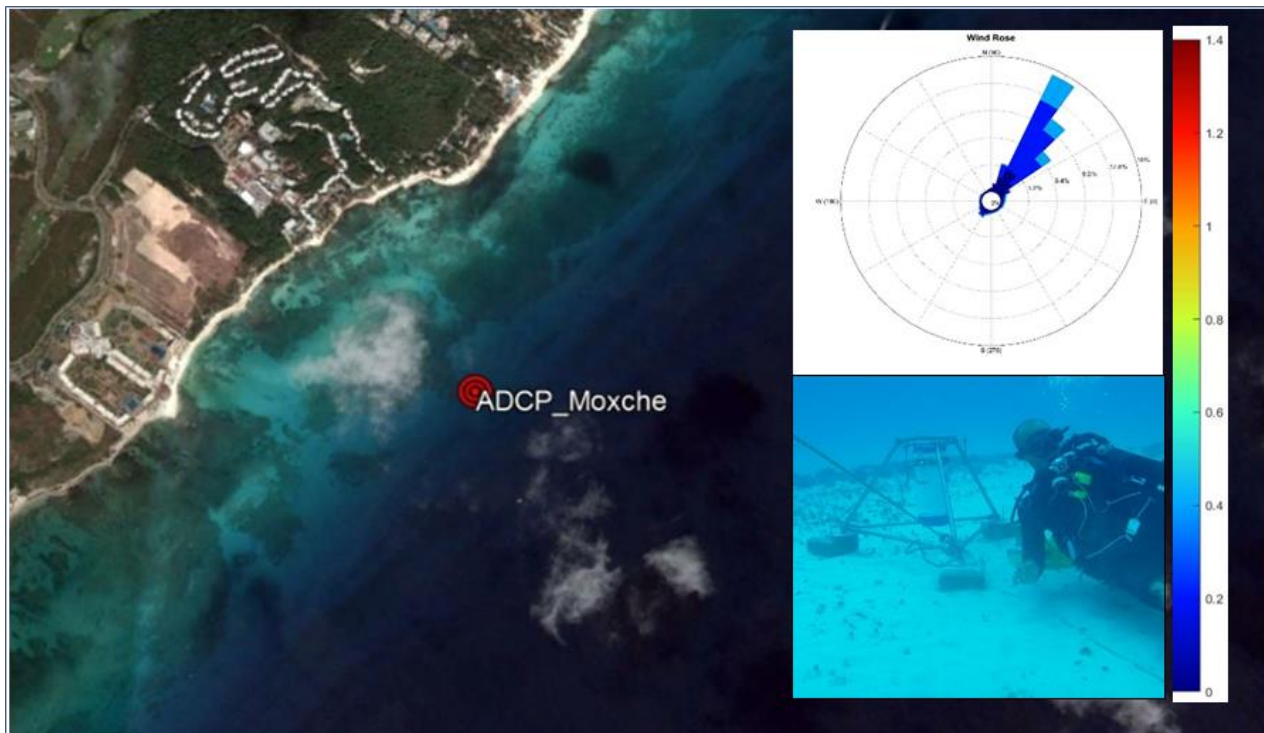
Figura 4. 15. Patrones de corrientes del estado de Quintana Roo.



4.3.1.8.1.1 Corrientes Marinas en el Área del Proyecto

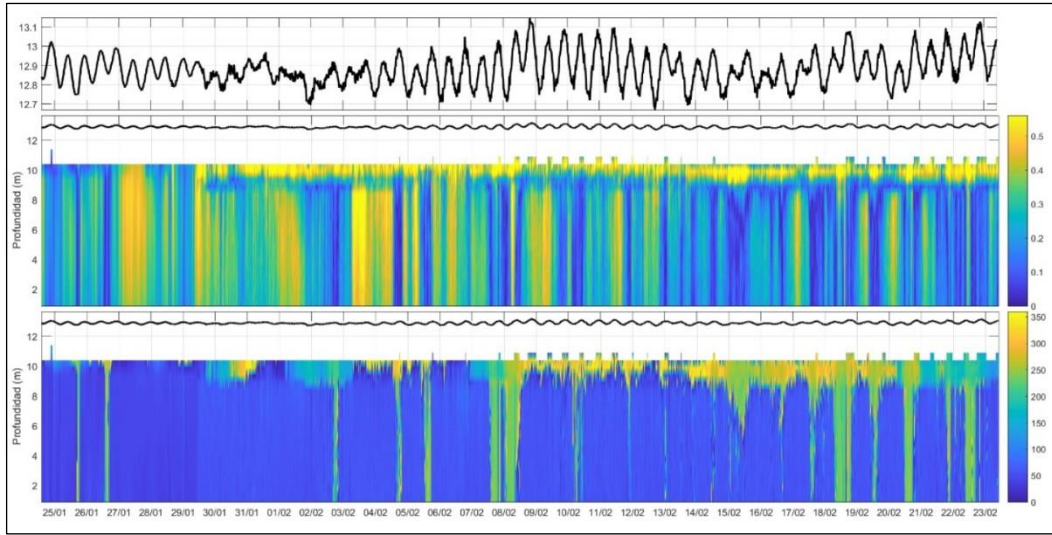
De acuerdo con el estudio hidrográfico realizado por Tecnoceano S.C., la mediación de las corrientes en modo estático se realizó mediante el uso de un perfilador acústico de corrientes Doppler (ADCP), instalado en el fondo marino a una profundidad de 12 m. El instrumento se mantuvo en ese lugar durante 28 días, para asegurar que se contaría con la medición de un ciclo lunar completo de mareas (Figura 4. 16).

Figura 4. 16. Ubicación del Doppler estático en el fondo marino frente al Desarrollo Turístico Secrets Moxche (enero 2020).



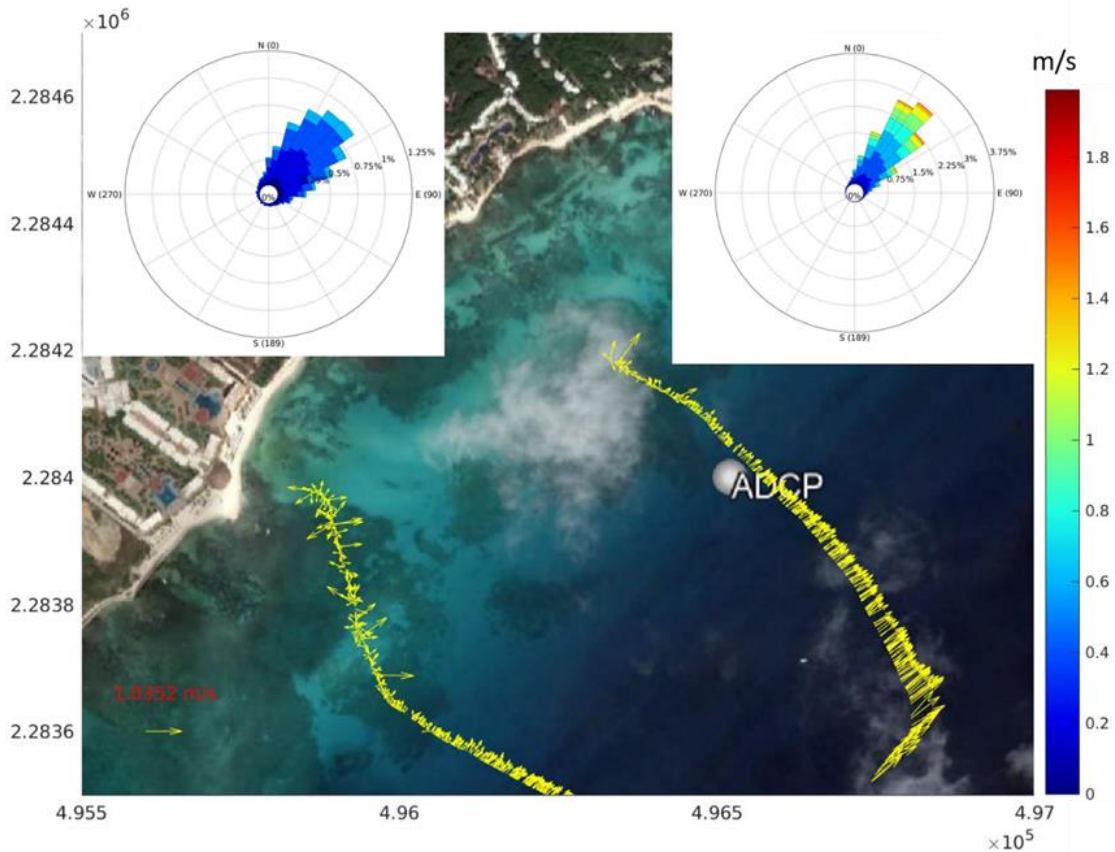
Los resultados mostraron que la elevación del nivel del mar y la corriente medida durante 28 días indican corrientes máximas de 0.5 m/s y corrientes de muy baja intensidad, casi nula representadas en color azul en la Figura 4. 17 (gráfica en la parte media), así como corrientes que de forma dominante van hacia el noreste (Figura 4. 17, gráfica en la parte inferior, representado en color azul), lo cual es totalmente consistente con la corriente del canal de Yucatán, también se observan corrientes de mayor intensidad que varían entre 0.4 y 0.5 m/s y su dirección es noreste (Figura 4. 17, gráfica en la parte inferior, representado en color amarillo), pero esto sólo ocurrió en pulsos que aparecieron en distintos momentos durante el periodo de medición.

Figura 4. 17. Serie temporal de nivel del mar (superior) y magnitud (central) y dirección (inferior) de la corriente. (enero 2020).



Para mediar la variación de las corrientes de la zona cercana a la costa (modo dinámico), el ADCP fue montado en una embarcación, la cual se desplazó lentamente costa afuera, permitiendo la toma de datos de un transecto definido (Figura 4. 18).

Figura 4. 18. Corrientes medidas con ADCP dinámico. (enero 2020).



Los resultados de esta medición mostraron que las velocidades predominantes en la zona del proyecto tienen dirección hacia el noreste, estas velocidades están gobernadas por la corriente de Cozumel, que corre a lo largo del canal formado entre la isla de Cozumel y la costa oriental de la península de Yucatán. Al aproximarse a la costa, en aguas someras, la influencia de la corriente de Cozumel se va atenuando y se pueden generar recirculaciones y alteraciones en la magnitud y dirección de la velocidad. Las dos rosas de corriente de la Figura 4. 18, corresponden a cada uno de los transectos realizados. A la derecha se observa la rosa de corriente correspondiente al transecto norte, que pasó cerca del punto de medición del ADCP anclado en el fondo; a la izquierda se encuentra la rosa de corrientes correspondiente al transecto sur.

Figura 4. 19. Resultados de la magnitud de la corriente registrada en el transecto sur.

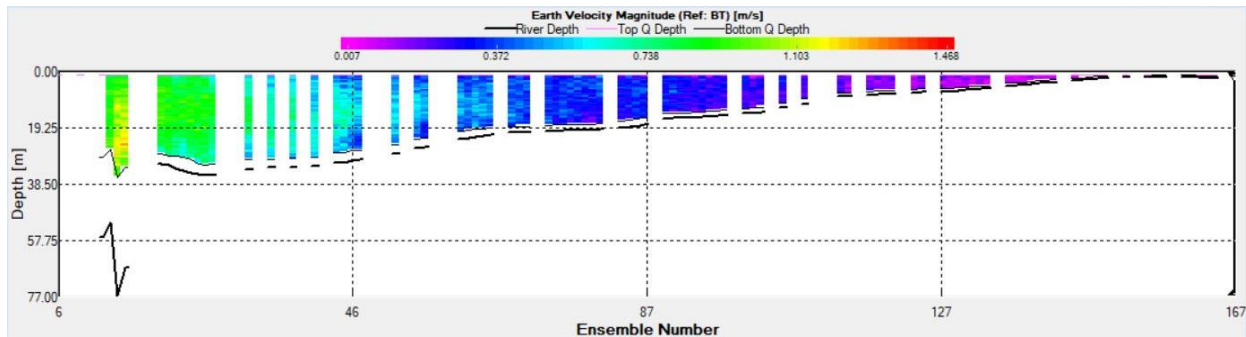
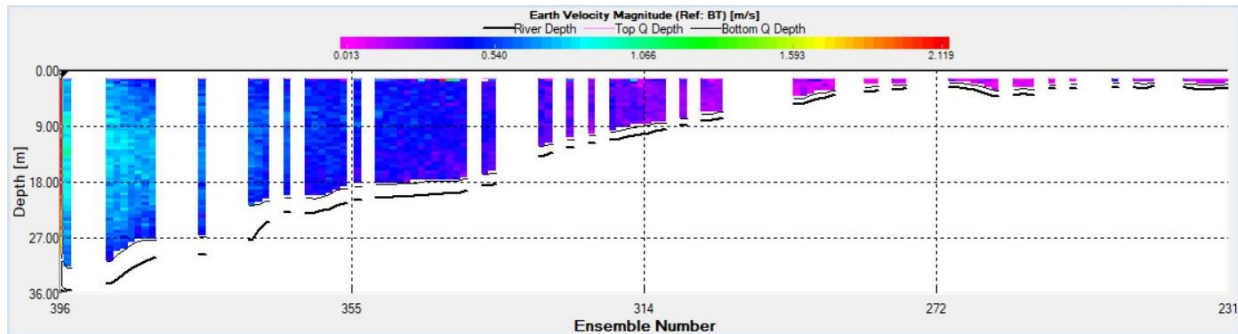


Figura 4. 20. Resultados de la magnitud de la corriente registrada en el transecto norte.

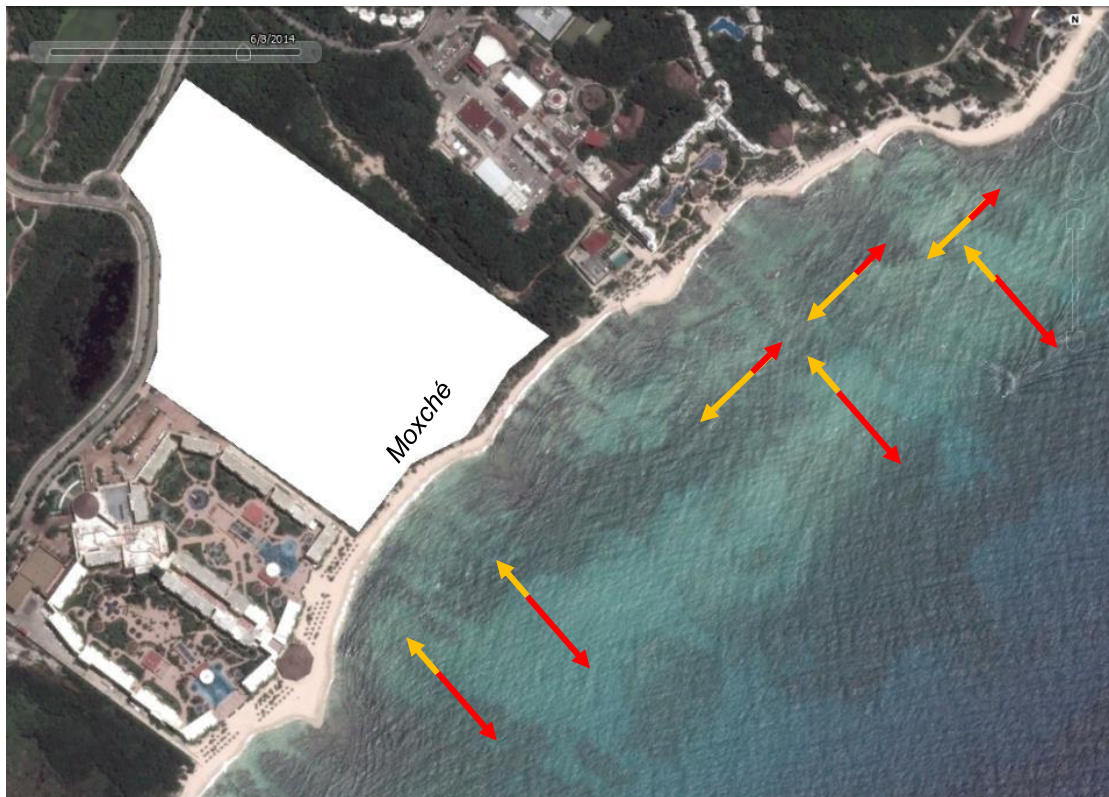


4.3.1.8.2. Acarreo Litoral

Los análisis contenidos en la memoria técnica de modelaje realizada por Tecnoceano S.C., dentro de la celda litoral definida para este Proyecto, tanto el acarreo transversal como longitudinal son bidireccional con un transporte neto hacia el sur y fuera de la costa respectivamente.

En la Figura 4. 21, tomada en el 2014, muestra como la presencia de espigones y rompeolas interrumpen el paso de la arena acumulándola en la zona norte del espigón y erosionando la parte sur. Indicando que el transporte del sedimento es hacia el sur.

Figura 4. 21. Acarreo transversal y longitudinal neto.



4.3.1.8.3. Oleaje

De acuerdo con el análisis realizado al oleaje normal (Figura 4. 22) y energético (Figura 4. 23), contenido en la memoria técnica de modelación (Tenoceano, 2019), para las aguas del punto más cercano al Proyecto, con datos provenientes del modelo WWIII de la *National Oceanic and Atmospheric Administration*, en un periodo comprendido de 1979 a 2018, se observó que la altura promedio fue de 1.4 m. Durante los meses de junio a noviembre existió un periodo de oleaje energético, tiempo que coincidió con la temporada de huracanes.

Durante la temporada de invierno, se observaron eventos esporádicos de mar de fondo generando oleaje de hasta 3 m de altura. Por otra parte, la dirección del oleaje mostró una dirección predominantemente del ESE y E.

Durante los meses de junio a agosto hubo una ventana donde el oleaje provino del ESE y SE, mientras que en los meses de septiembre a marzo existió una ventana con oleaje proveniente del N, NNE y NE. Durante los meses de septiembre (temporada de huracanes) existió oleaje intenso proveniente del Sureste. El periodo promedio fue de 7 segundos.

Figura 4. 22. Rosas de oleaje de condiciones normales obtenidas de la base de datos de reanálisis WWIII.

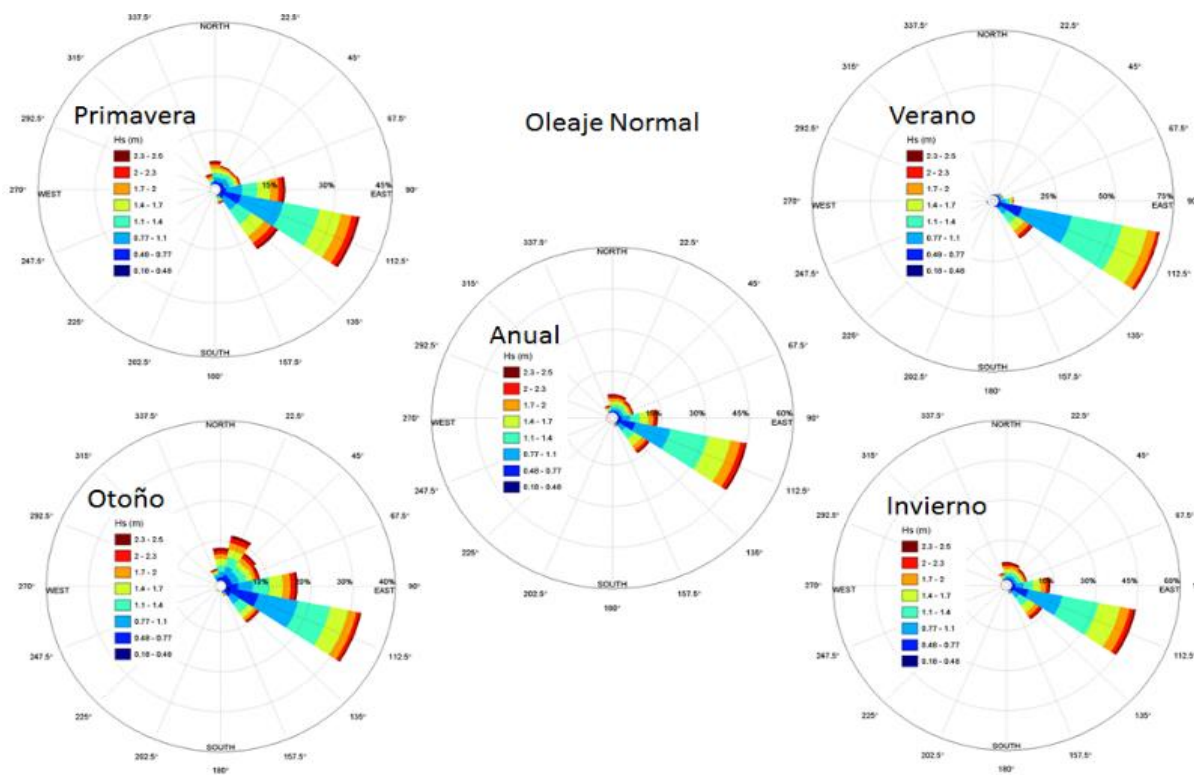
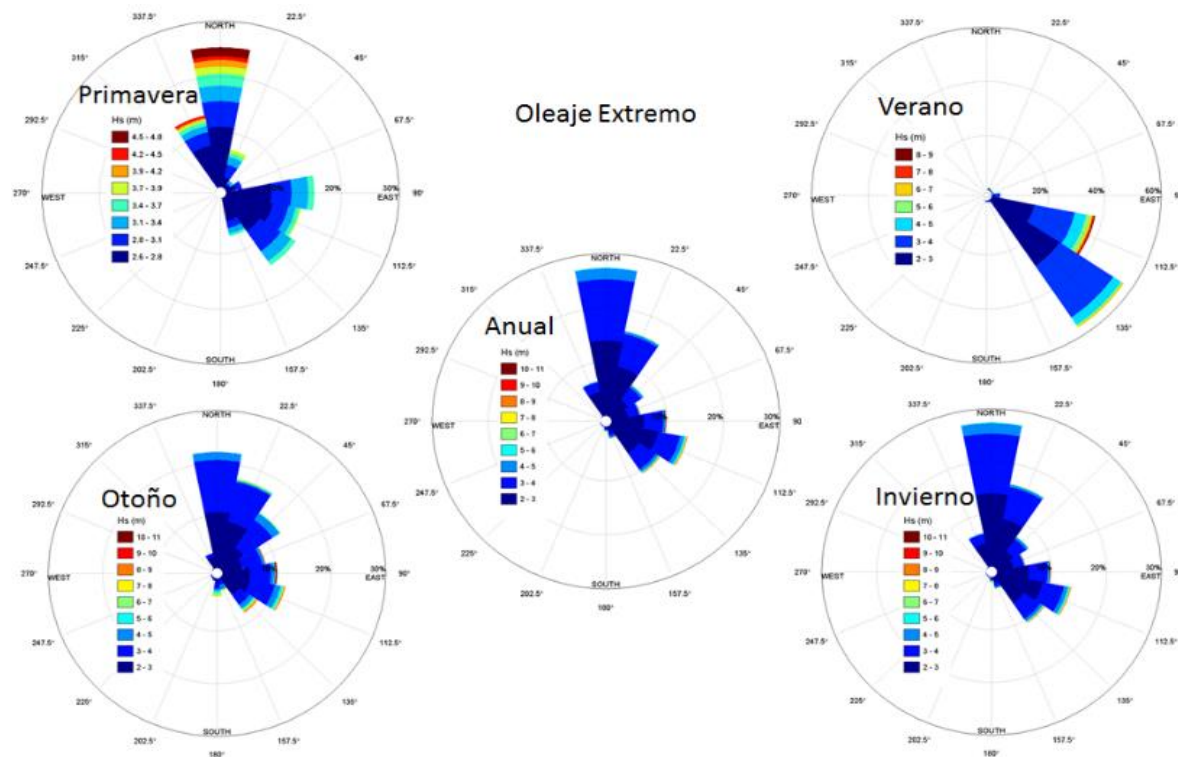
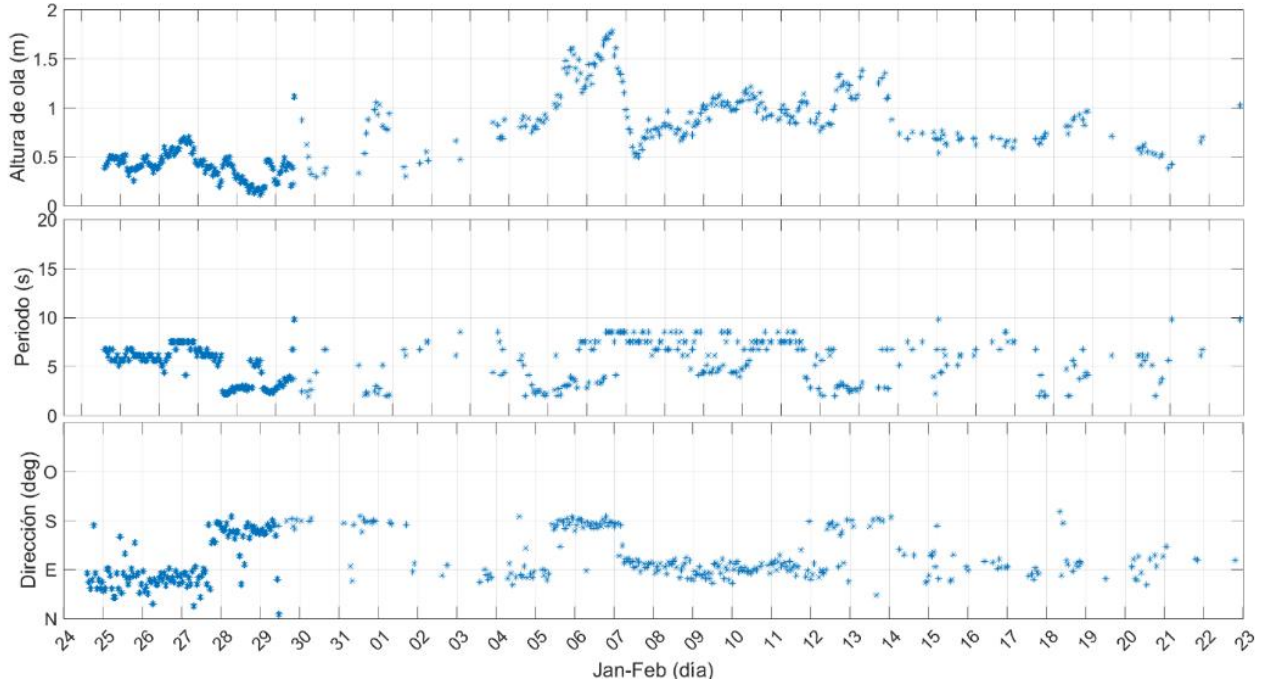


Figura 4. 23. Rosas de oleaje de condiciones de tormenta obtenidos de la base de datos de reanálisis WWIII.



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

Figura 4. 24. Altura (arriba), periodo (centro) y dirección (abajo) del oleaje de la zona. (enero 2020). Nota: la profundidad del ADCP fue de 12.8 m.

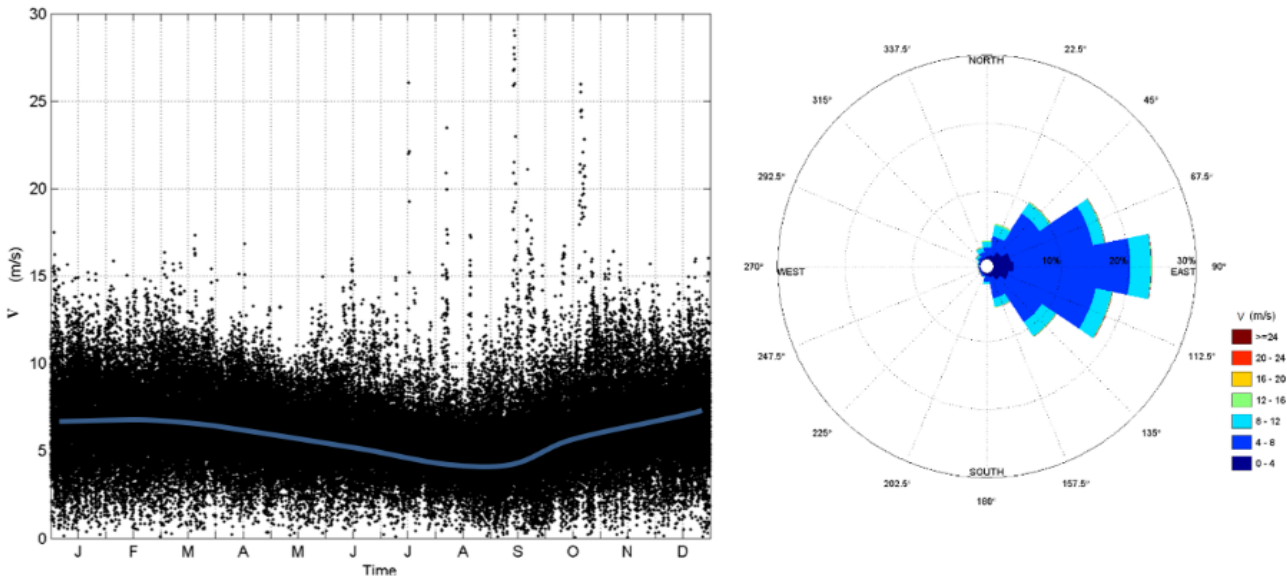


4.3.1.8.4. Viento

Con los mismos datos obtenidos del modelo WWIII de la *National Oceanic and Atmospheric Administration*, en un periodo comprendido de 1979 a 2018, se realizó y obtuvo la caracterización de las condiciones climáticas en aguas profundas del punto más cercano al Proyecto.

El viento en aguas abiertas fue variable con direcciones preferentes del este, noreste y sureste con velocidades promedio de 6.16 m/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 aquel 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 (Figura 4. 25).

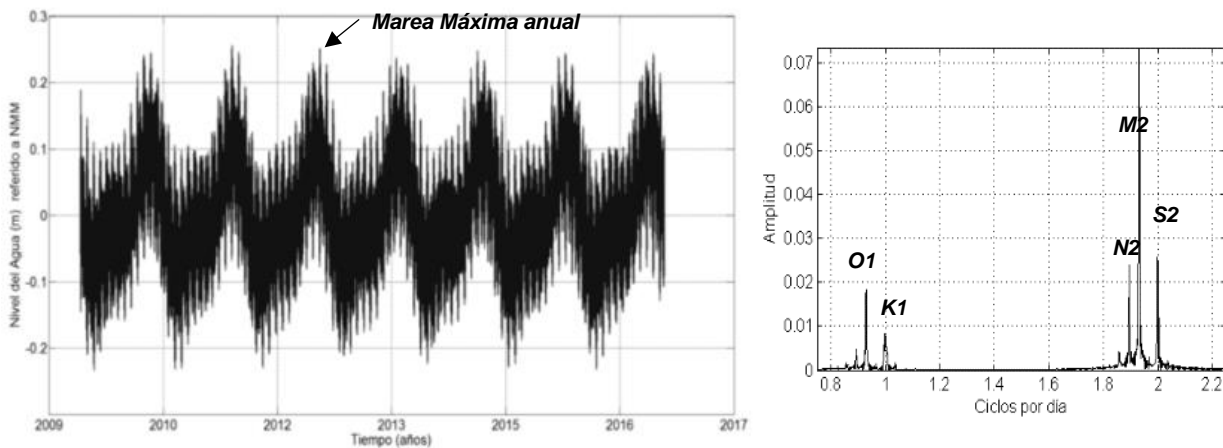
Figura 4. 25. Serie anual de viento acumulado (izquierda) y rosa de vientos (derecha).



4.3.1.8.5. Mareas

La marea en la región del Proyecto, de acuerdo a la memoria técnica de modelaje (Tecnoceano, 2019), es clasificada como mixta semidiurna (Sosa, 2007). Las variaciones de la marea son de poca amplitud (aproximadamente 0.30 m) sin embargo la variación anual máxima puede hacer que el agua alcance los 0.23 m por arriba del nivel medio del mar (NMM), es decir una marea con amplitud de hasta 0.50 m.

Figura 4. 26. Variaciones interanuales del nivel medio del mar (izquierda) y análisis espectral de la marea (derecha) Datos provenientes del predictor de marea MAR V de la estación de Cozumel, Quintana Roo. Software desarrollado por Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.



Al hacer un análisis armónico mediante transformadas de Fourier para obtener el espectro de la serie anual de marea de la estación de Cozumel, Quintana Roo (año 2009 a 2017), encontramos que existen 5 componentes armónicas esenciales para poder describir movimiento del agua por marea: M2, S2, N2, O2 y K1 (mismas variables que fueron utilizadas para efectos de modelación).

Aunado a esto las variaciones de la corriente de Yucatán puede modular el nivel del mar hasta por 20 cm, valor cercano a las amplitudes en mareas vivas en la región. Esto se debe al balance geostrófico (una relación entre el nivel del mar y sus velocidades), cuando la corriente de Yucatán acelera el nivel del mar disminuye y viceversa. Estas variaciones ocurren con un periodo de ~15 días (Coronado, et al, 2007).

4.3.1.8.6. Batimetría

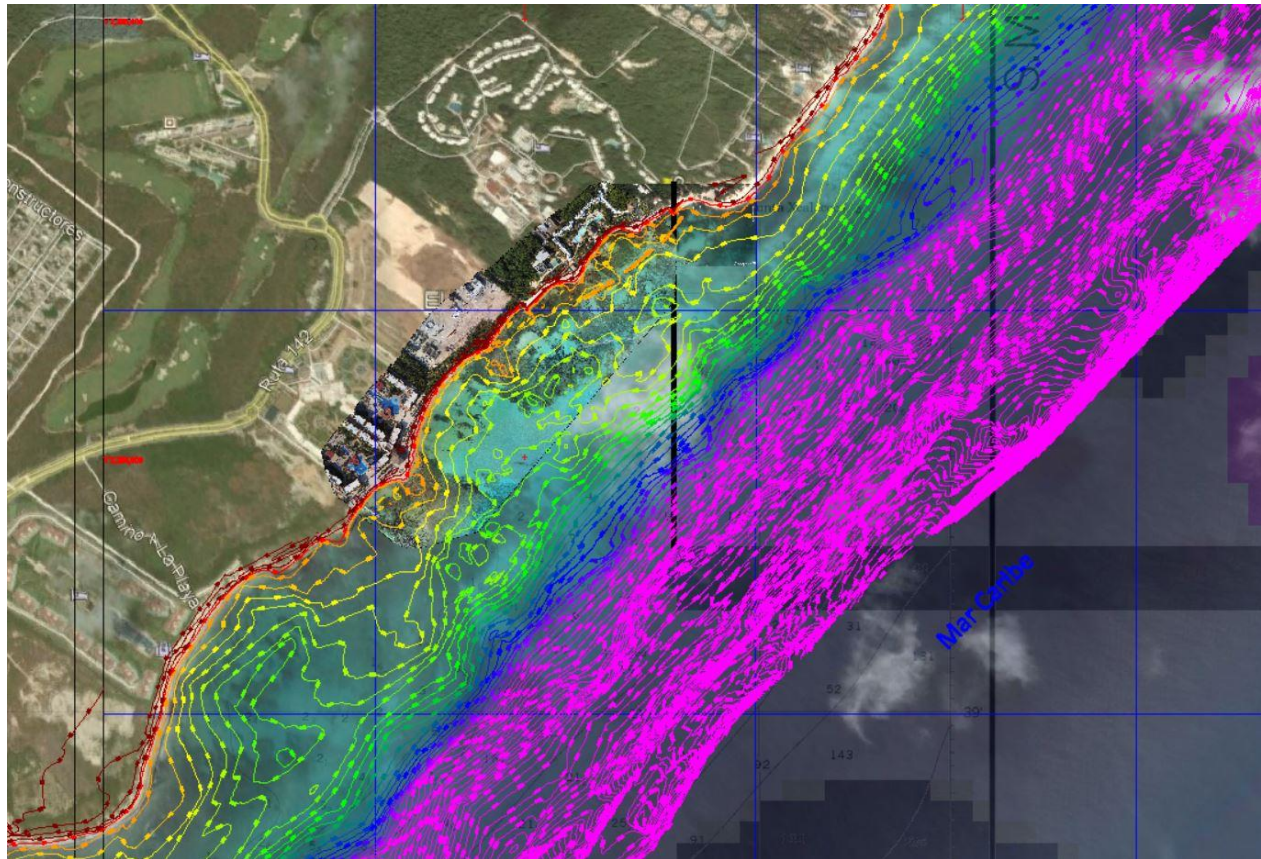
Para determinar la profundidad en el medio marino del SAR se realizó un levantamiento batimétrico, para ello se utilizó una ecosonda Sonarmite que fue colocada en una embarcación de bajo calado conectada un GPS diferencial. Para el levantamiento de la información se trazaron transectos perpendiculares a la línea de costa con una extensión de 300 m en promedio, con una separación entre ellas de 20 m, el área muestreada abarco aproximadamente 6,000 m de frente de costa (Figura 4. 27). Para hacer un levantamiento más detallado frente a la zona del hotel Secrets Moxche, se trazaron líneas perpendiculares con una longitud de 500 m y 20 m de separación entre ellas, a lo largo de 700 m.

Figura 4. 27. Líneas auxiliares del levantamiento batimétrico.



La información fue procesada y depurada para obtener un modelo en tercera dimensión, así como contornos o isobatas (curvas batimétricas) (Figura 4. 28).

Figura 4. 28. Plano con isobatas frente al Proyecto.



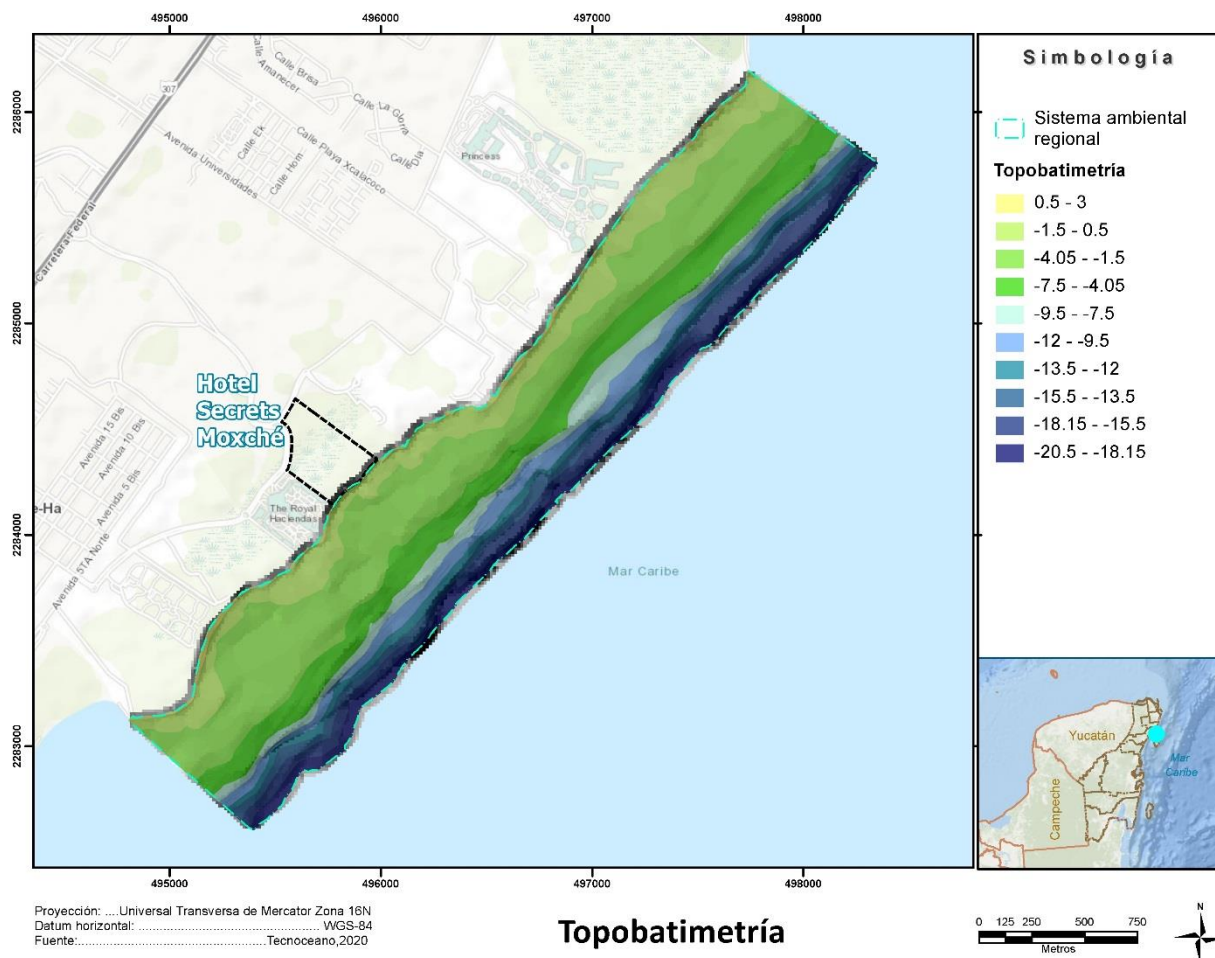
La batimetría se complementó con lecturas de elevación tomadas en la playa con equipo de topografía y fotografía aérea obtenidas mediante dron.

Figura 4. 29. Resultado del levantamiento de fotografía aérea con dron.



El estudio indica que en el SAR las profundidades presentan valores que van de los 1.5 a los 20.5 m, como se puede observar en la Figura 4. 30.

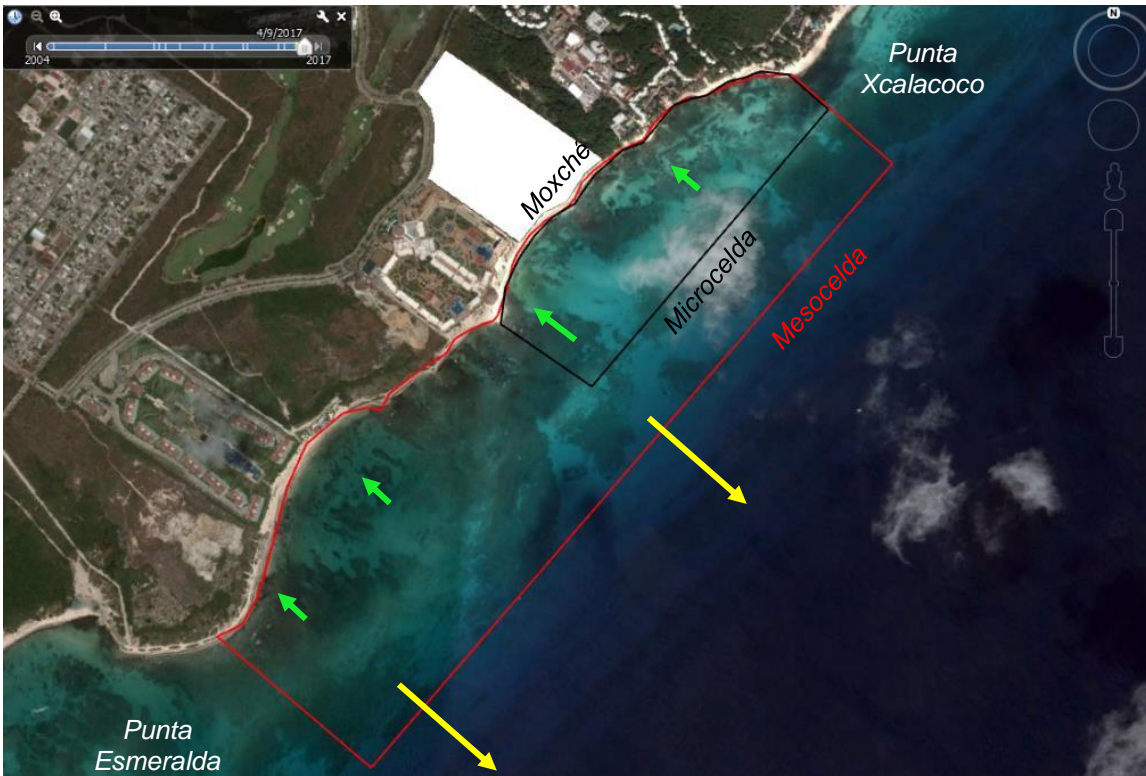
Figura 4. 30. Batimetría del sistema ambiental regional.



4.3.1.8.7. Definición de Celda Litoral

De acuerdo a Inman (2003), una celda litoral es un segmento de la costa con distintas fuentes de sedimentos y vías de transporte a lo largo del litoral y sumideros, donde el sedimento se elimina del sistema litoral. Conceptualmente, la celda delimita un área donde el contenido de sedimentos es equilibrado para el análisis cuantitativo. Para la zona de estudio, se delimitaron 2 celdas: la mesocelda y microcelda. La mesocelda está delimitada al norte por Punta Xcalacoco y al sur por Punta Esmeralda; ambas puntas son un parte aguas en el transporte de sedimento e interrumpen parcialmente la circulación regional. La microcelda, está delimitada al norte por Punta Xcalacocos y al sur por una saliente de arena formada por la presencia de una costa rocosa al límite sur del Royal Haciendas Beach (*Family Oriented*).

Figura 4. 31. Delimitación de las celdas litorales y modelo de flujos de entrada (flechas verdes) y salida (flechas amarillas) de sedimentos sobre el área de influencia directa del proyecto Secrets Moxche.

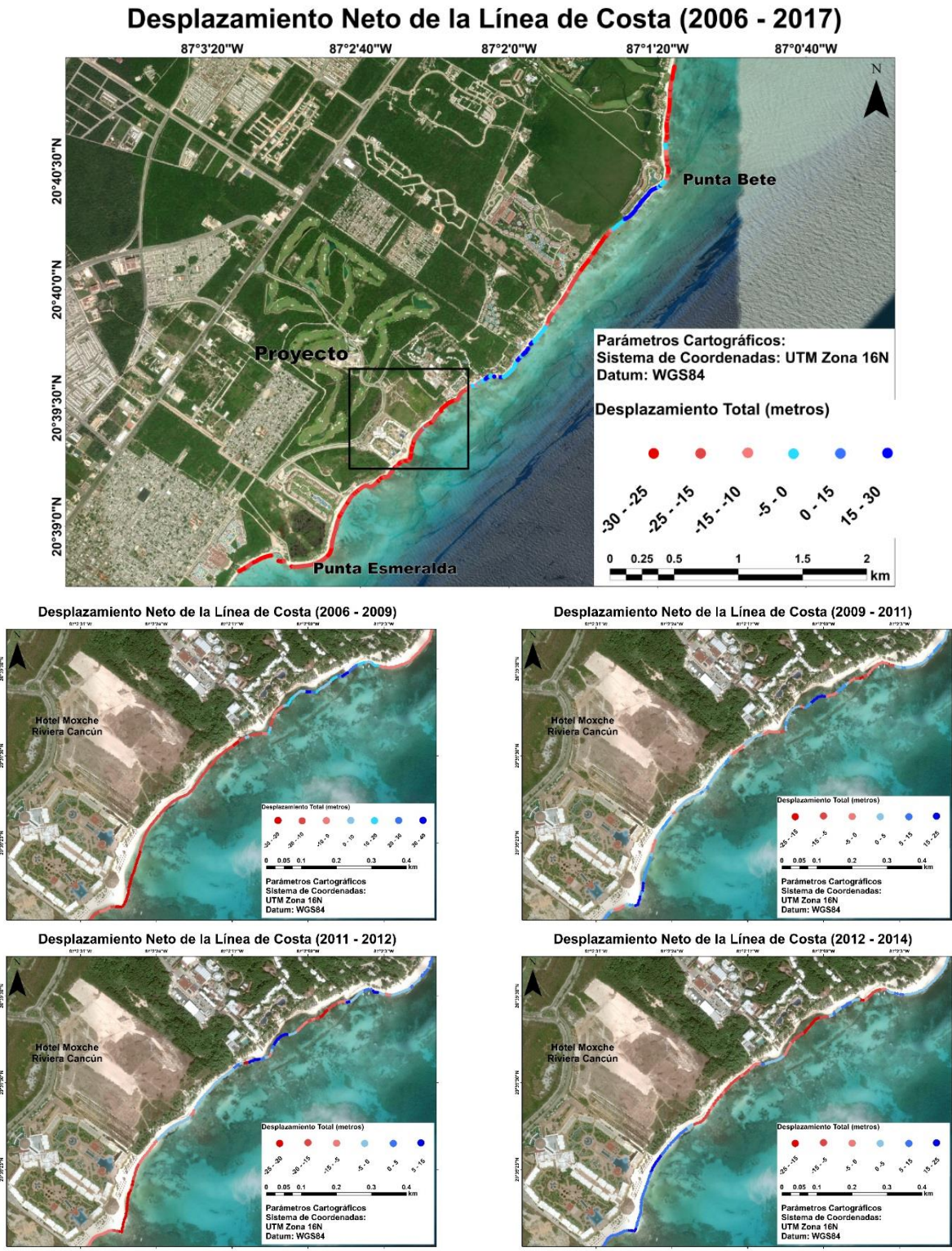


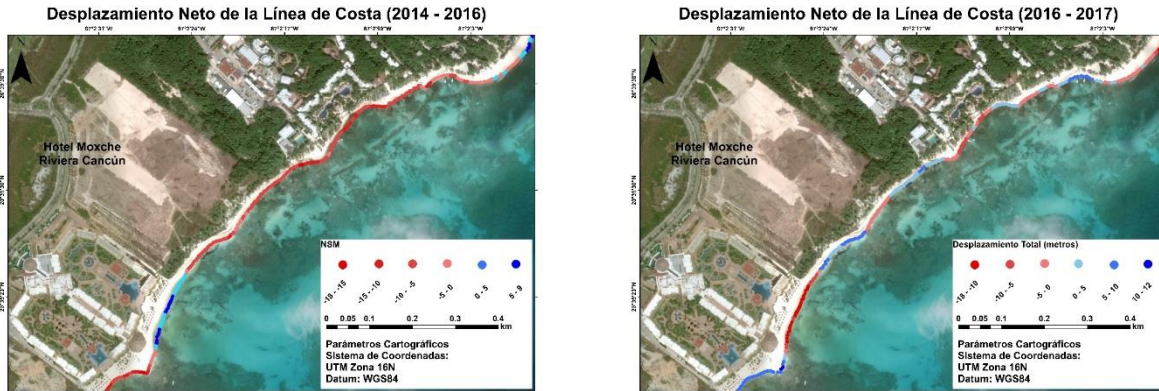
El mayor aporte de sedimentos a la playa, es la arena que se encuentra sumergida en los alrededores y/o la degradación o descomposición de los remanentes de especies de coral *in situ*. El flujo de salida más importante se debe al paso de tormentas u oleaje energético que permite que el poco material que existe en la celda, sea arrastrado hacia mar abierto. El transporte de sedimentos a las celdas contiguas es mínimo.

4.3.1.8.8. Dinámica Litoral

Para determinar las tasas de erosión/acreción de la línea de costa en el SAR del Proyecto, se realizó un análisis de su evolución, en un periodo comprendido de 2006 a 2017 (Figura 4. 32). Este análisis se realizó a partir de 7 imágenes satelitales obtenidas de Google Earth.

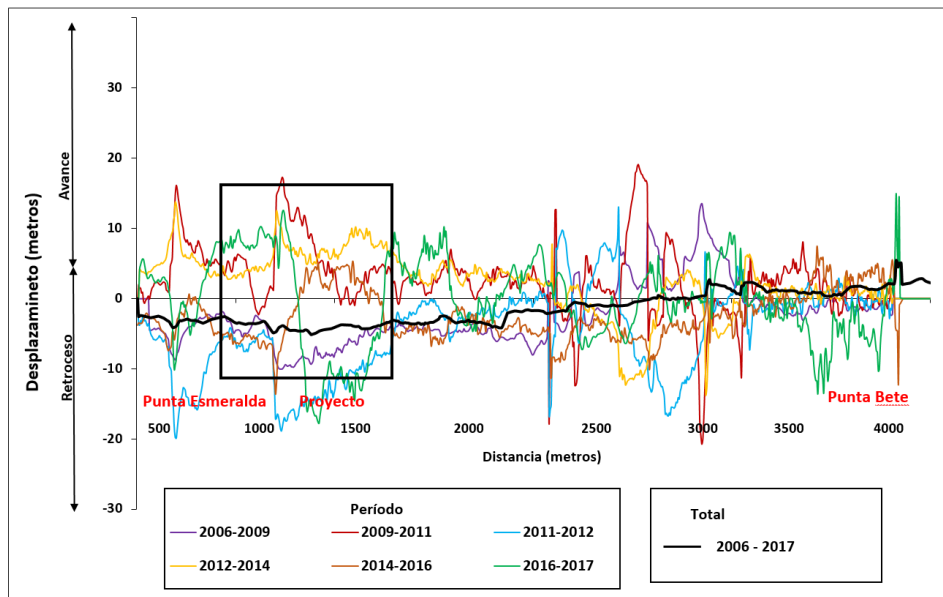
Figura 4. 32. Cambio de posición de la línea de costa en el periodo 2006- 2017, para la región que abarca el sistema ambiental regional, de Punta Bete a Punta Esmeralda (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa). Para mayor detalle se puede consultar en el Anexo 4.2.





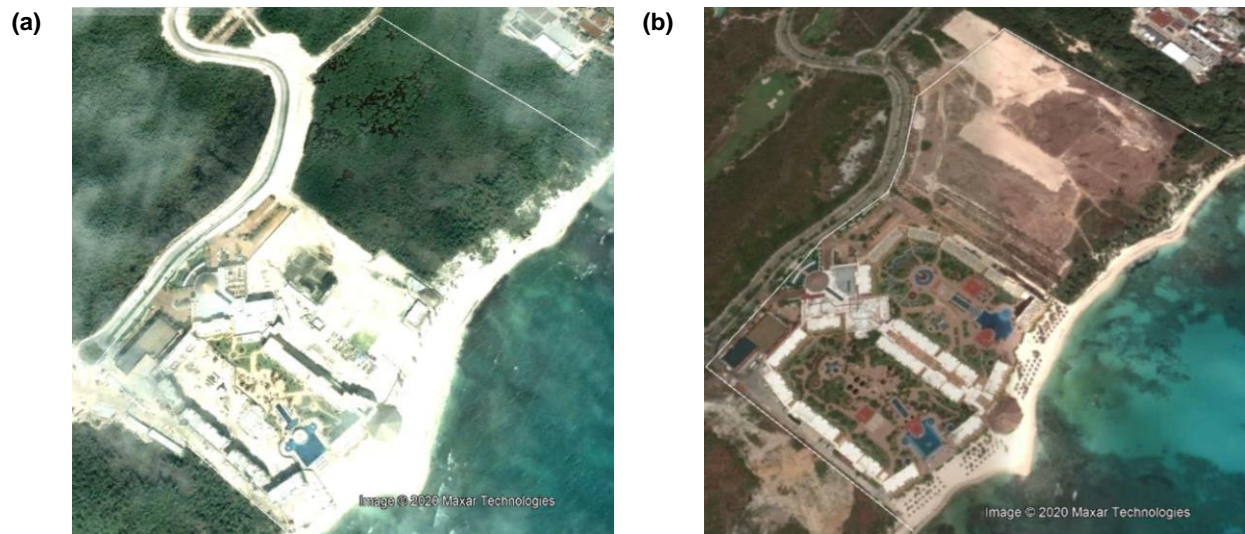
Como se puede apreciar en las imágenes presentadas en la Figura 4. 33, existe un retroceso de la línea de costa en gran parte de la extensión que ocupa el SAR, principalmente en la mitad sur del litoral, incluida la región del hotel Secrets Moxche. Este retroceso es claramente apreciable en la gráfica representada en la Figura 4. 33, con avance identificado en el extremo norte de la región, en la zona próxima a Punta Bete. Los periodos intermedios analizados presentan una gran variabilidad de cambio de línea de costa a lo largo del área del SAR, entre los que destaca el periodo de 2011- 2012, por un considerable retroceso de la línea de costa en la zona sur y norte.

Figura 4. 33. Cambio de posición de la línea de costa en periodos 2006-2009, 2009-2011, 2011-2012, 2012-2014, 2014-2016, 2016-2017 y total, de 2006 a 2017, para transectos distribuidos a lo largo de la costa desde Punta Bete a Punta Esmeralda.



En particular, la playa de la zona de Proyecto también ha mostrado una considerable variabilidad (ver área en el interior del rectángulo en Figura 4. 33), con avance y retroceso máximos de línea de costa de hasta 20 m. Se puede identificar en el periodo total analizado, de 2006 a 2017, un retroceso medio de la línea de costa en torno a 5 m en el tramo que ocupa el litoral del hotel Secrets Moxche. Este cambio es también notablemente apreciable en las imágenes satelitales presentadas en la Figura 4. 34.

Figura 4. 34. Imágenes satelitales que muestran el estado de la playa frente al hotel Secrets Moxche: (a) 2006; (b) 2017.

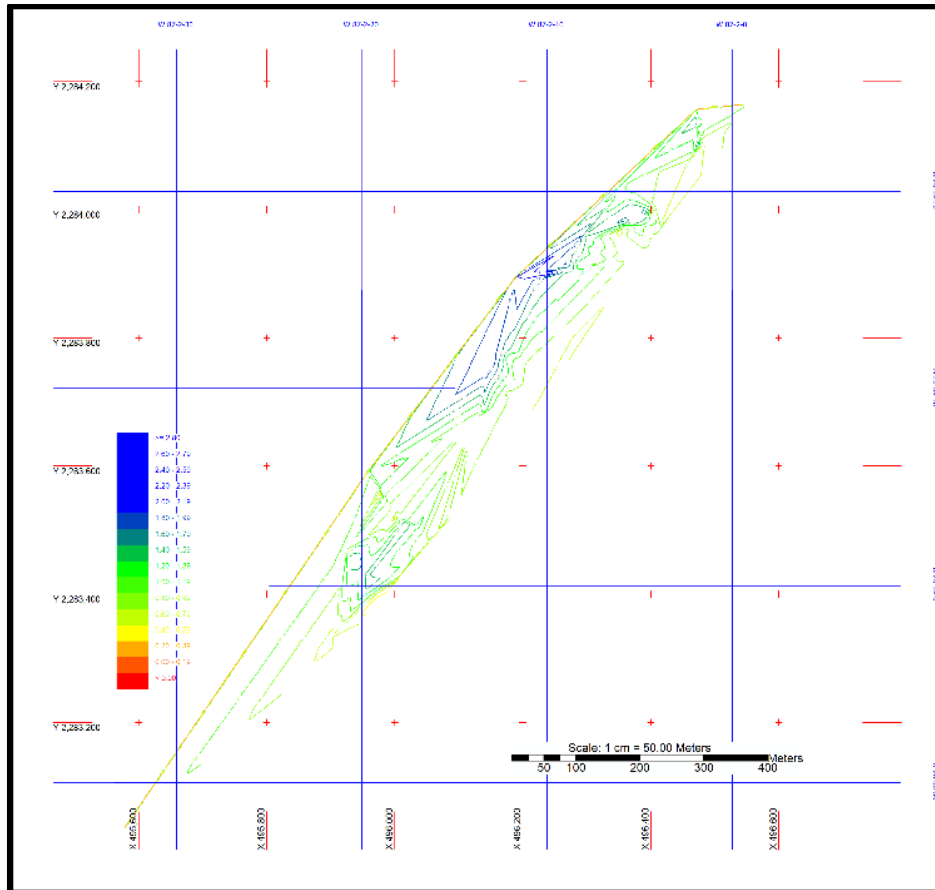


4.3.1.8.9. Banco de Arena

- Volumen de arena

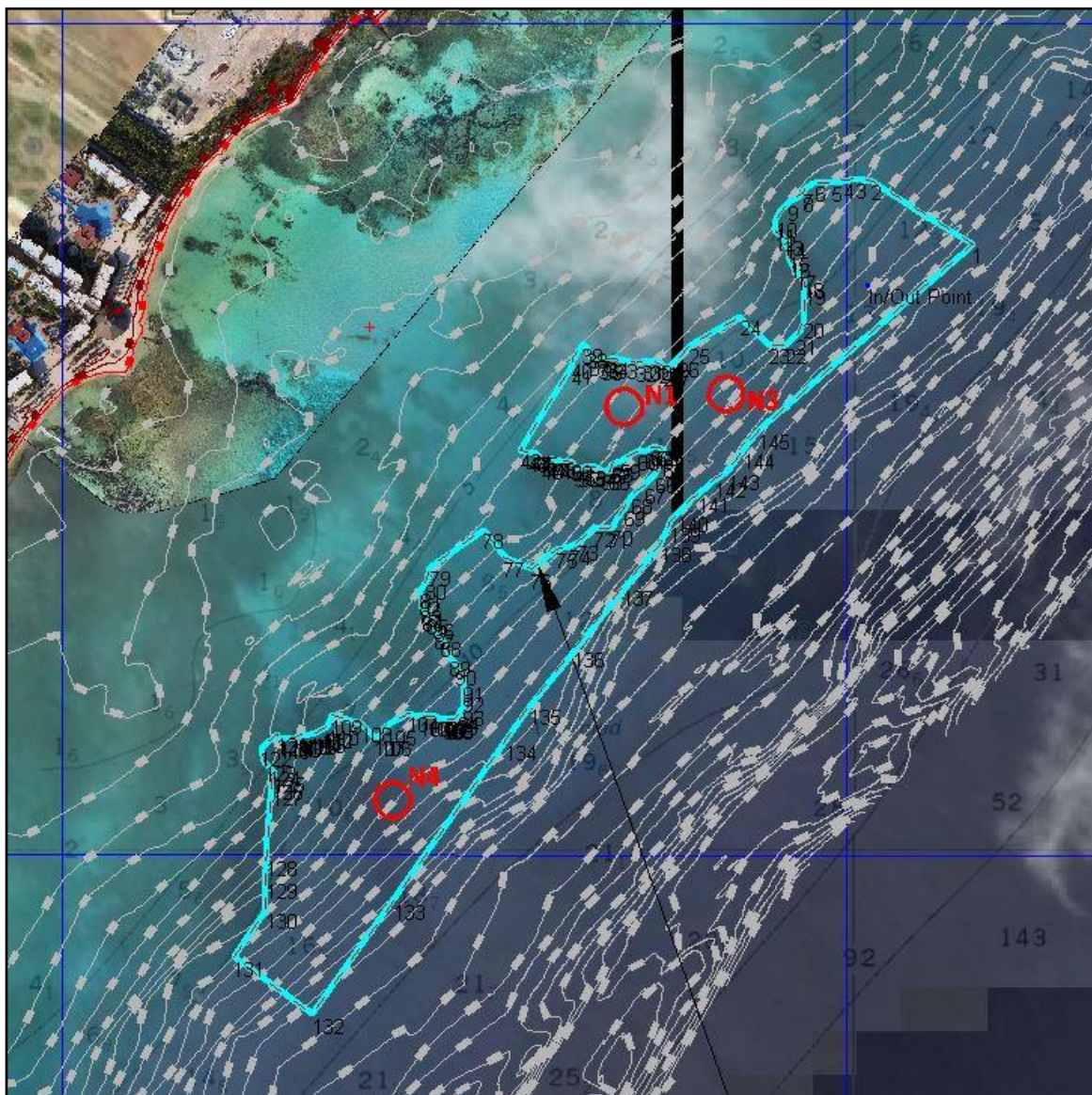
Después de un análisis de factibilidad ambiental, para el uso del área identificada con potencial para el aprovechamiento de sedimentos, se realizó el análisis correspondiente para estimar el volumen de arena contenido; esto se realizó mediante buceos de exploración y el uso de un perfilador de estratos. El equipo utilizado fue montado en una embarcación, con la que se siguieron transectos previamente definidos mediante el software de hidrografía Hypack, y mediante el software Stratatabox, que interpreta la señal acústica, se midió el grosor del banco de arena (Figura 4. 35). Posteriormente mediante un postproceso a la información obtenida se pudo conformar un volumen mediante interpolación.

Figura 4. 35. Grosor del banco de arena explorado. (enero 2020).



De acuerdo al análisis realizado, el volumen estimado de arena en el polígono definido (Figura 4. 36) fue de 71,250 m³, la superficie del banco marino fue estimada en 149,038.04 m². De esta manera se concluyó que existe arena suficiente para abastecer la necesidad de sedimentos que requiere el Proyecto.

Figura 4. 36. Polígono de banco de arena a explotar.



- Granulometría y sedimentos

Para verificar que el material del banco marino y el que se encuentra en la playa frente al hotel Secrets Moxche sean compatibles, sus características tienen que ser similares, motivo por el cual se realizó un estudio de la granulometría y sedimentos en el banco marino identificado como potencial donador de sedimentos y la playa colindante al predio de interés.

Se obtuvieron muestras de la playa seca y muestras con recuperación de núcleo en el banco marino; este último proceso consistió en hincar tubos de PVC de 2" cédula 40 de 1.5 m de largo en la arena, colocar una tapa en el extremo libre, sacar el tubo con la arena en su interior y posteriormente en el laboratorio cortar el tubo y tomar la muestra representativa de arena, o en su caso tomar dos muestras una superficial y una de la parte más profunda. Las coordenadas de los sitios de muestreo de sedimento en el banco marino se presentan en la Tabla 4. 4., la ubicación de los mismos puede ser observada en la Figura 4. 36.

Tabla 4. 4. Coordenadas de los sitios de muestreo de sedimento en el banco marino.

Muestra	Coordenada X	Coordenada Y
Núcleo 1	495410.8	2282718.6
Núcleo 3	496394.2	2283925.1
Núcleo 4	496025.1	2283474.4

Las muestras obtenidas fueron sometidas a un análisis granulométrico para conocer las características de la arena en cuanto a textura y compatibilidad para el relleno y recuperación de la playa. El procedimiento seguido se basó en las normas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: M-PRY-PUE-1-07-003-06 (Caracterización Mineralógica y Granulometría de los Sedimentos), M-MMP-1-06-03 (Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías), M-MMP-1-08-03 (Masas Volumétricas y Coeficientes de Variación Volumétrica).

El principio de este análisis se fundamenta en separar la muestra por tamaño de partícula por medio de varias mallas con diferentes aberturas. Los sedimentos que son atrapados por cada malla son pesados y clasificados por tipo de arena de acuerdo a su distribución en peso, así como en función del tamaño de partícula.

En la Tabla 4. 5 se presenta un resumen de los resultados granulométricos. Las muestras N-1 y N-3 y N-4 son los núcleos tomados en el banco marino identificado como posibles donador de sedimentos. La muestra M-1 corresponde con la tomada en la playa frente al hotel Secrets Moxche.

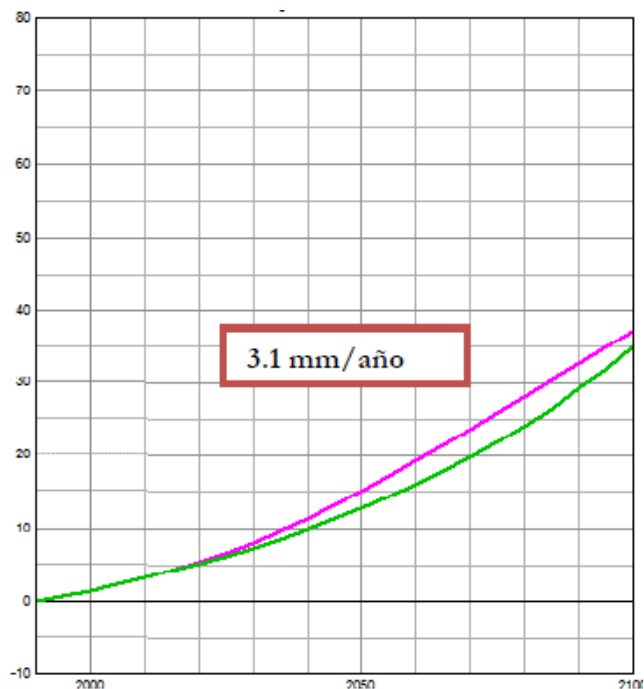
Tabla 4. 5. Resumen de los resultados obtenidos del análisis granulométrico de sedimento.

Muestra	D50	Cu	Cc	Pesos específicos en Ton/m3	SUCS
N-1	0.19	0.529	0.864	1.82	Arenas mal graduadas (SP)
N-3	0.19	0.39	0.84	1.85	
N-4	0.19	0.35	0.89	1.83	
M-1	0.2	0.439	0.916	1.85	

4.3.1.8.10. Cambio Climático

La modelación mundial a partir de los escenarios de cambio climático (MAGICC, 2009) indica un aumento del nivel del agua de 3.1 mm/año, sin embargo, el margen de error ha incrementado en 0.7 mm/año. También hace un énfasis que existen factores geológicos que alteran el rango de variación del nivel del mar, como son los fenómenos de hundimiento o procesos acumulativos.

Figura 4. 37. Grafica del cambio de nivel del mar en (cm). Tomado de SRES AIB-AIM (1990).

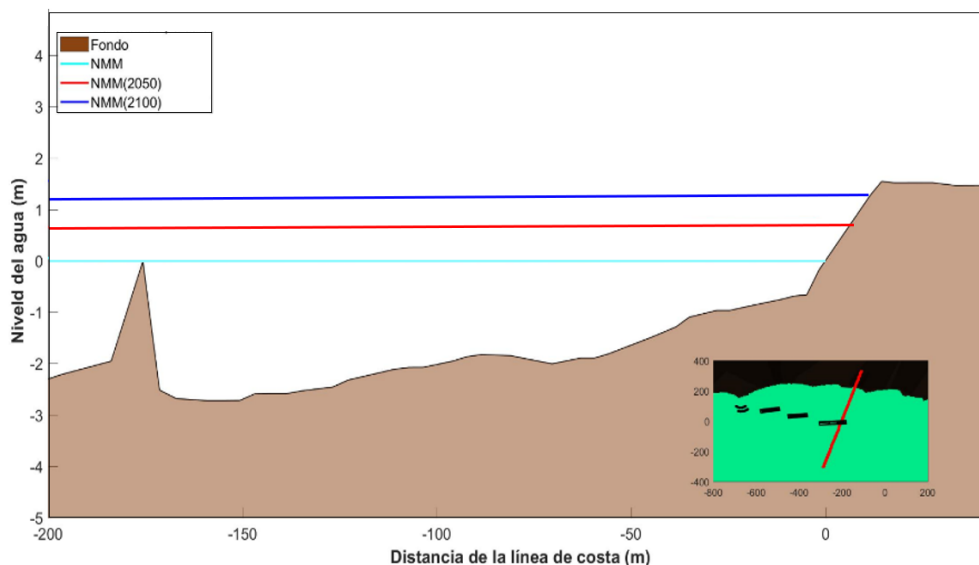


La recopilación de datos de satélite (TOPEX/POSEIDON, Jason 1 y Jason 2) revela que existe una clara tendencia hacia el incremento en el nivel del mar durante la última década, esto a nivel mundial.

- Proyección considerando los efectos del cambio climático para el 2050 y 2100

El análisis realizado por Tecnoceano considerando los efectos del cambio climático fue proyectado con el aumento del nivel medio del mar (0.79 y 1.13 m sobre el nivel medio del mar actual) para el año 2050 y 2100, según la proyección de CLIMsystems, el cual considera procesos combinados de aumento local (absoluto) del nivel del mar y el movimiento vertical local de la tierra. Tomando en cuenta estos valores, se determinó que el Proyecto se ve rebasado por los niveles de agua haciendo que la eficiencia de los rompeolas se reduzca considerablemente (Figura 4. 38).

Figura 4. 38. Nivel del mar para el año 2100, 2050 y actual sobre una sección del Proyecto.



Como trabajo adicional, utilizando los datos de oleaje esperado para el año 2050 y 2100, se analizó que tanto disipaba el Proyecto el oleaje en caso de tormenta y bajo lo que sería tentativamente, condiciones actuales (Figura 4. 39 y Figura 4. 40).

Figura 4. 39. Campo de oleaje para el año 2050 y 2100 considerando el Proyecto con oleaje de baja energía.

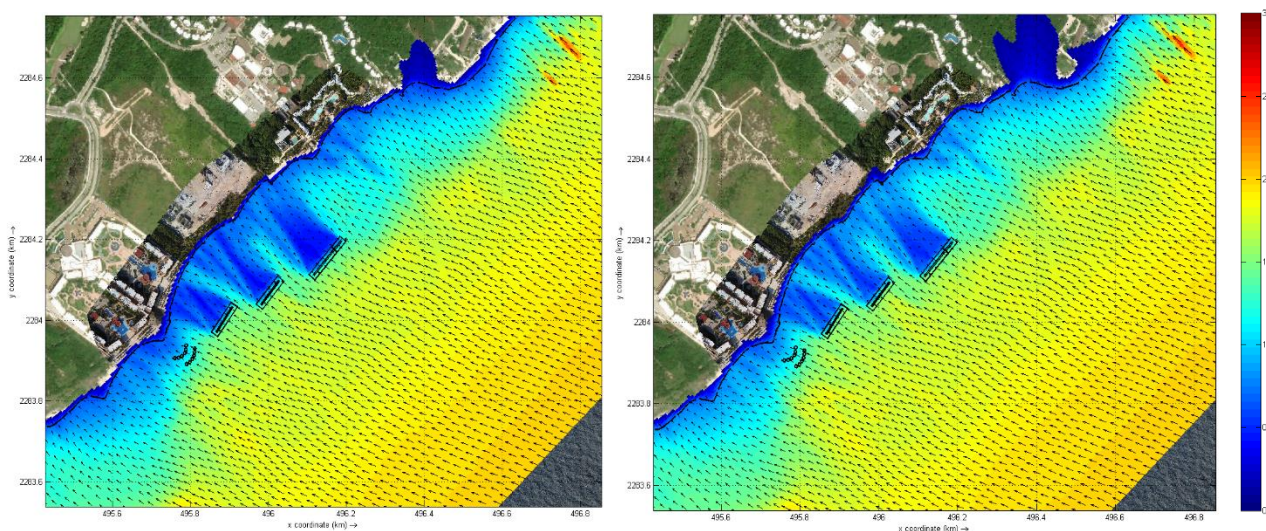
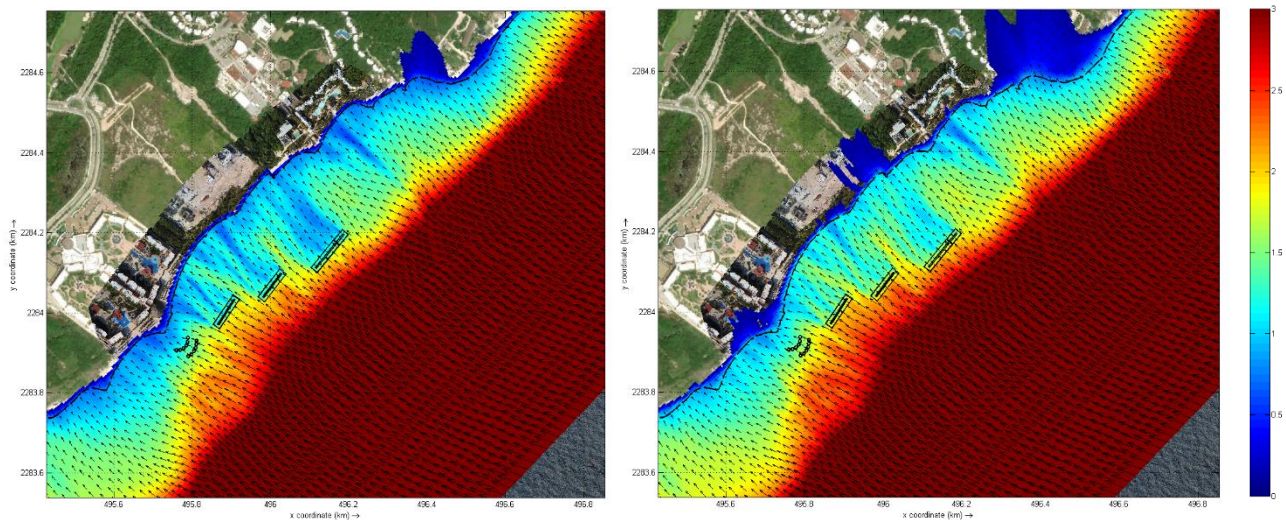


Figura 4. 40. Campo de oleaje para el año 2050 (izquierda) y 2100 (derecha) considerando el Proyecto con oleaje de tormenta normal.



Los resultados mostraron como al aumentar el nivel del mar, se reduce la capacidad de disipar la energía del oleaje y su eficiencia es aún menor cuando el oleaje se vuelve más energético. En caso de no existir ninguna protección, el oleaje energético hace más sencillo la erosión de playa. Cabe recordar que los modelos numéricos son herramientas que nos ayudan a aproximar que sucederá en un futuro y su precisión dependerá de la cantidad de datos disponibles.

Para una mejor interpretación de escenarios en un futuro, se recomienda un programa de monitoreo en el que se coloquen instrumentos de medición (topografía, batimetría, oleaje, corriente y/o marea) para calibrar de mejor manera el modelo a lo largo de todas las estaciones del año. Contemplando lo anterior, el proyecto de protección Secrets Moxche contará con un plan de monitoreo de la dinámica costera post obra.

4.3.2. Medio Biótico

Ambiente terrestre

La porción terrestre del SAR representa una superficie de 6.85 ha (68,523.82 m²), corresponde a ambiente de playa en la franja costera. De acuerdo al análisis realizado a la fotogrametría tomada al Proyecto en enero de 2020, éstas se registran como áreas sin vegetación aparente.

Respecto a la fauna, hasta el momento de la presentación del este manifiesto, no se cuenta con registro de anidación de tortugas marinas en la playa frente al hotel Secrets Moxche, relacionado posiblemente con el grado de erosión que presenta, al no ofrecer las condiciones ideales como hábitat para la anidación de estas especies, sin embargo, basándonos en la información bibliográfica de la región y datos obtenidos de *OBIS-SEAMAP*², el cual cuenta con registros de *Chelonia mydas* (tortuga blanca) y *Caretta caretta* (tortuga caguama) en las inmediaciones del Proyecto, no se descarta la posibilidad del arribo de las especies mencionadas, o de alguna de las otras registradas para Quintana Roo, en el ambiente de playa definido para el SAR, así como en el ambiente marino, aun cuando en la caracterización ambiental marina tampoco se registró el avistamiento de alguna de las especies de tortugas.

Ambiente marino

A continuación, se presentan los principales resultados del estudio de caracterización ambiental realizado por la Dra. Claudia Padilla Souza de Bacabes S.C., para conocer la condición del ambiente marino del SAR en alcance del Proyecto, y que constituye la información de base para la presentación de la manifestación de impacto ambiental y como información de referencia y comparación para posteriores estudios en caso de que resulte autorizado el presente Proyecto. El informe en extenso puede consultarse en el Anexo 4.5 que acompaña a este capítulo.

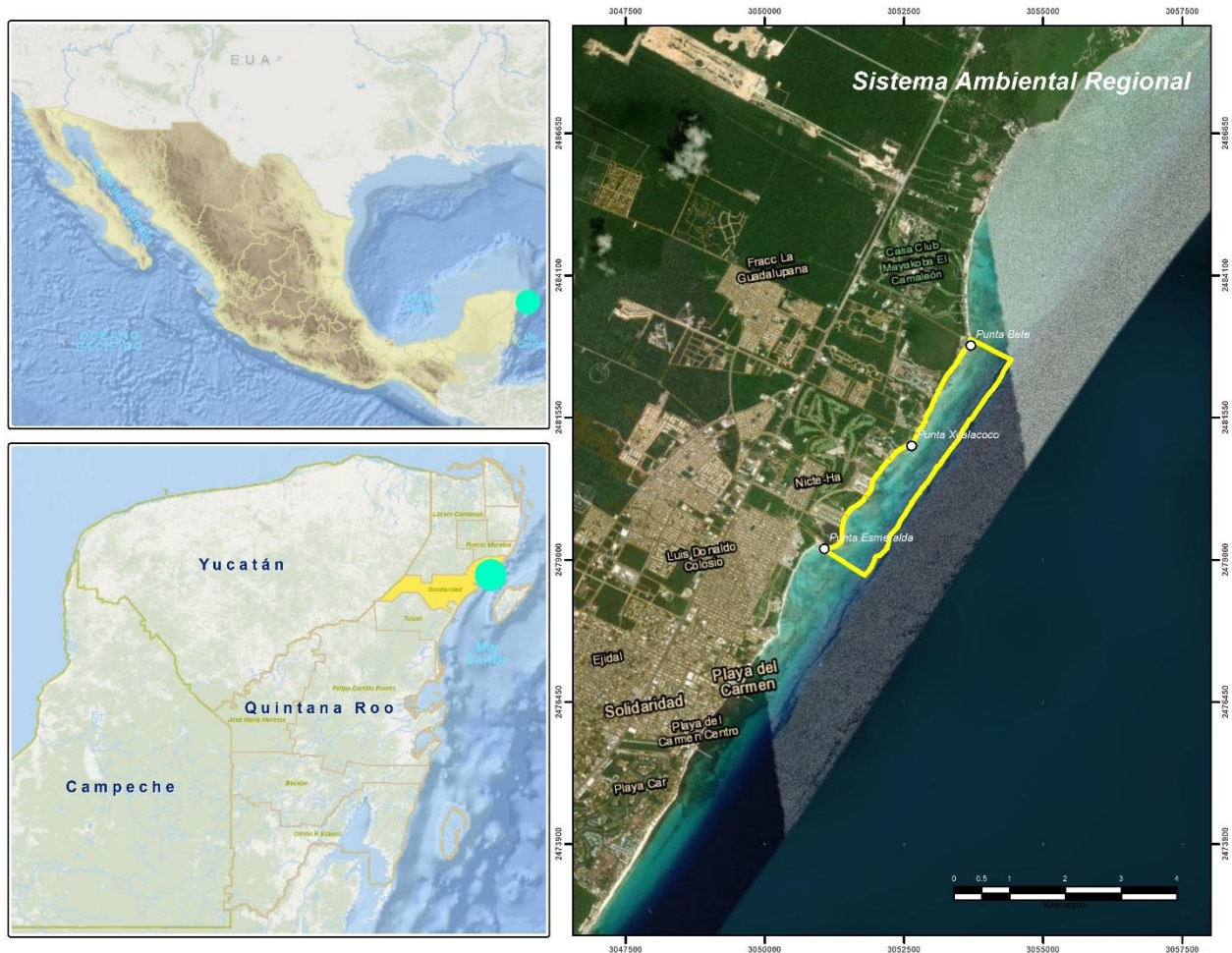
4.3.2.1. Sistema Ambiental Regional (Ambiente Marino)

Durante los días 8, 15, 16, 17, 22, 23 y 29 de febrero de 2020 se realizó la caracterización del ambiente marino del sistema ambiental regional (SAR). El estudio permitió conocer la estructura del sistema, la descripción de los ambientes que lo integran, el grado de integridad ecológica, las características geomorfológicas y tipo de biota marina presente.

El polígono del SAR cuenta en su parte marina con una superficie de 297.19 hectáreas y abarca una distancia lineal de 4.25 km de frente de playa (Figura 4. 41).

² El Sistema de Información Biogeográfica del Océano y Análisis Ecológico Espacial de Poblaciones de Megavertebrados (OBI SEAMAP), es una base de datos en línea con referencia espacial, que agrega datos de observación de mamíferos marinos, aves marinas, tortugas marinas, rayas y tiburones de todo el mundo. <http://seamap.env.duke.edu/>.

Figura 4. 41. Sistema ambiental regional.



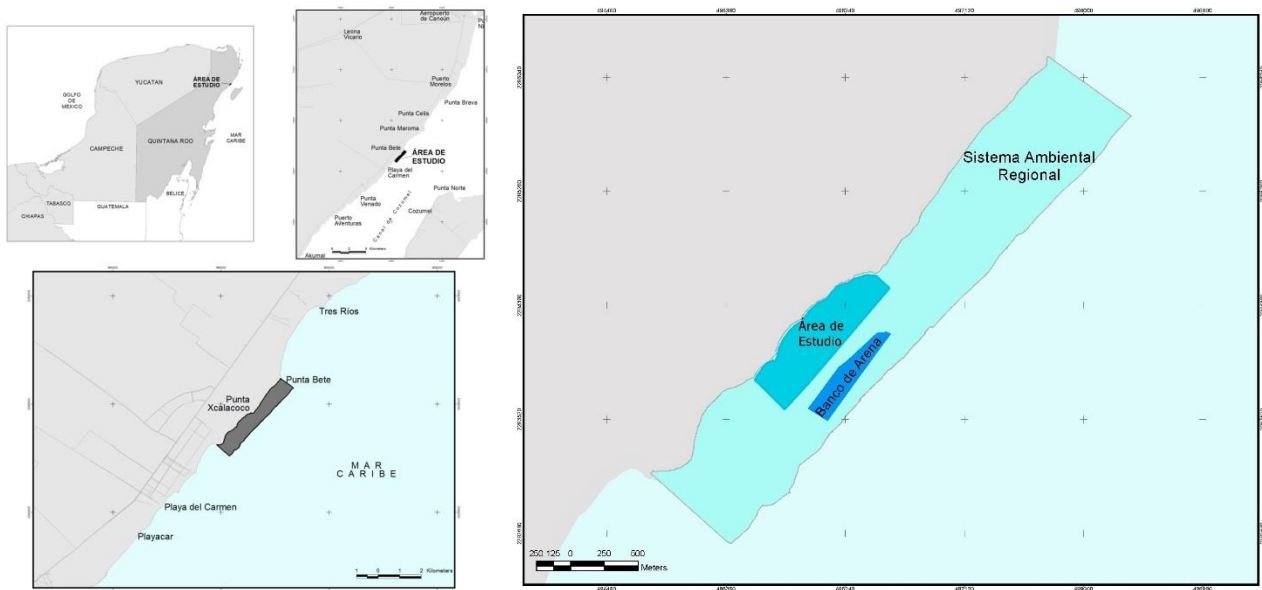
Para la caracterización del presente trabajo se delimitaron, para su estudio, tres áreas en el ambiente marino: Sistema Ambiental Regional, Área de Estudio y el Banco de Arena. A continuación, se describen las dimensiones de cada uno de ellos (Figura 4. 42).

Sistema Ambiental Regional (SAR): Este polígono abarca una distancia lineal de 4.25 km de frente de playa, y una superficie de 297.16 ha. El límite este del polígono en la parte marina profunda está delimitado por la isobata de los 20 metros.

Área de Estudio (AE): Es un polígono contiguo al predio del proyecto Desarrollo Turístico Secrets Moxche, cuenta con una superficie de 36.16 ha, que se puede considerar como la zona de influencia directa del proyecto. Tiene una longitud de 1.05 km y se proyecta 358 m hacia mar adentro, entre las isobatas de 1.5m y 4.5m.

Banco de Arena (BA): Se delimitó un polígono preliminar con superficie de 11.13 ha (111,298 m²) con el objetivo de identificar el tipo de ambiente existente, el tipo de sustrato y, de ser el caso, la comunidad bentónica presente. A partir de los resultados obtenidos de su caracterización se definió un banco marino factible para el aprovechamiento de extracción de sedimentos cuyo polígono final puede ser consultado en el apartado 4.3.2.3.7 Banco de Arena Elegible para la Extracción.

Figura 4. 42. Secciones para estudio definidas para la caracterización ambiental marina.



El estudio contempló el análisis de los datos obtenidos para un total de 92 transectos de muestreo: 59 para el polígono del SAR: 20 para el AE y 13 para el BA. Los sitios de muestreo se representan gráficamente en la Figura 4. 43, y se presentan sus coordenadas geográficas en la Tabla 4. 6.

Figura 4. 43. Sitios de muestreo para la caracterización marina.

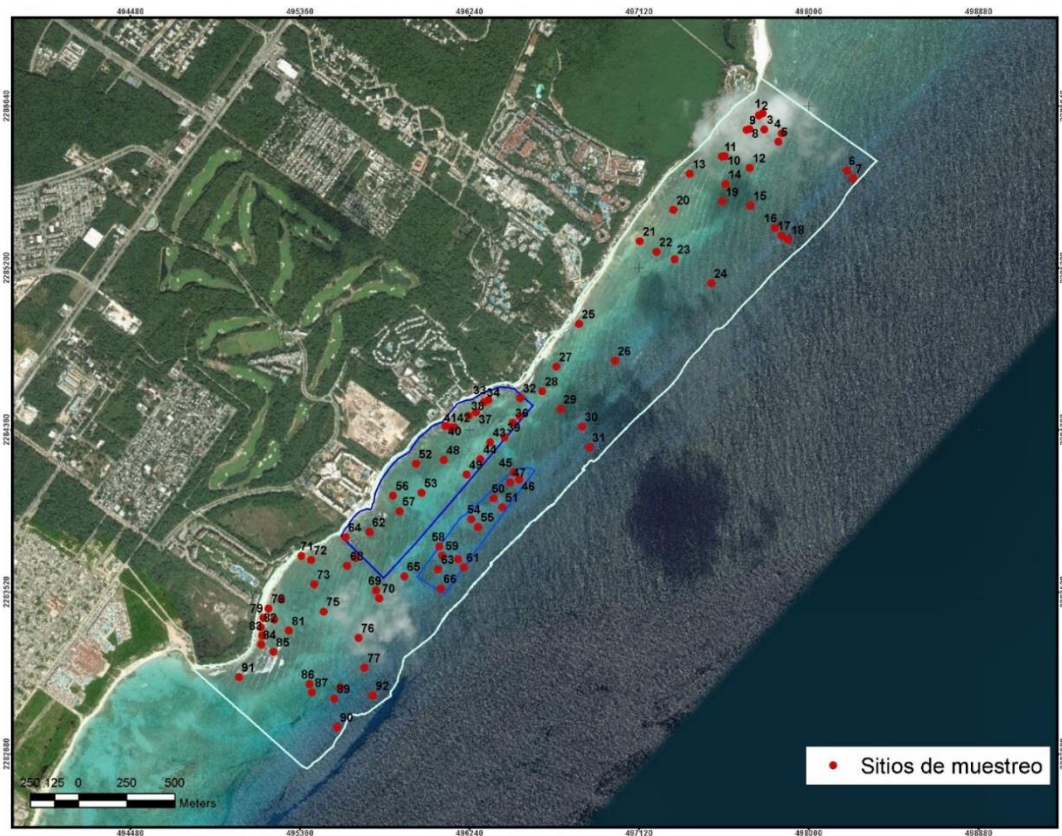


Tabla 4. 6. Referencia geográfica de los sitios de muestreo.

Sección	Ambiente	ID	X COORD	Y COORD
Sistema Ambiental Regional (SAR)	Arenal profundo (Ap)	6	498,200	2,285,704
		17	497,860	2,285,368
		30	496,825	2,284,377
		31	496,863	2,284,270
		77	495,695	2,283,126
		89	495,537	2,282,967
		90	495,553	2,282,818
		92	495,738	2,282,982
	Arenal somero (As)	65	495,902	2,283,601
		27	496,690	2,284,688
		71	495,368	2,283,706
		72	495,418	2,283,686
		75	495,483	2,283,417
		80	495,226	2,283,377
	Estructura artificial (Ea)	1	497,761	2,286,001
		2	497,742	2,285,992
		8	497,693	2,285,920
		9	497,679	2,285,917
		10	497,565	2,285,780
		11	497,550	2,285,777
	Laja con algas (L/a)	3	497,771	2,285,918
		4	497,861	2,285,897
		7	498,232	2,285,664
		12	497,695	2,285,719
		13	497,384	2,285,689
		14	497,568	2,285,635
		18	497,895	2,285,346
		19	497,553	2,285,545
		22	497,210	2,285,283
		29	496,712	2,284,469
		67	495,650	2,283,696
		69	495,756	2,283,527
		70	495,771	2,283,487
		76	495,663	2,283,281
		79	495,169	2,283,385
		82	495,157	2,283,336
		Laja con gorgonáceos (L/g)	86	495,409
	87		495,423	2,282,998
	91		495,043	2,283,078
	15		497,698	2,285,523
	16		497,824	2,285,407
	24		497,495	2,285,121
	Laja con sedimento y algas (L/s+a)	26	496,995	2,284,719
		85	495,223	2,283,209
		88	495,570	2,283,026
		28	496,617	2,284,560
		5	497,844	2,285,855
	Laja rugosa con algas (Lr/a)	21	497,124	2,285,339
23		497,304	2,285,245	
84		495,160	2,283,247	
20		497,299	2,285,501	
25		496,808	2,284,909	
40		496,115	2,284,381	
68		495,606	2,283,655	
73	495,434	2,283,560		
78	495,197	2,283,433		

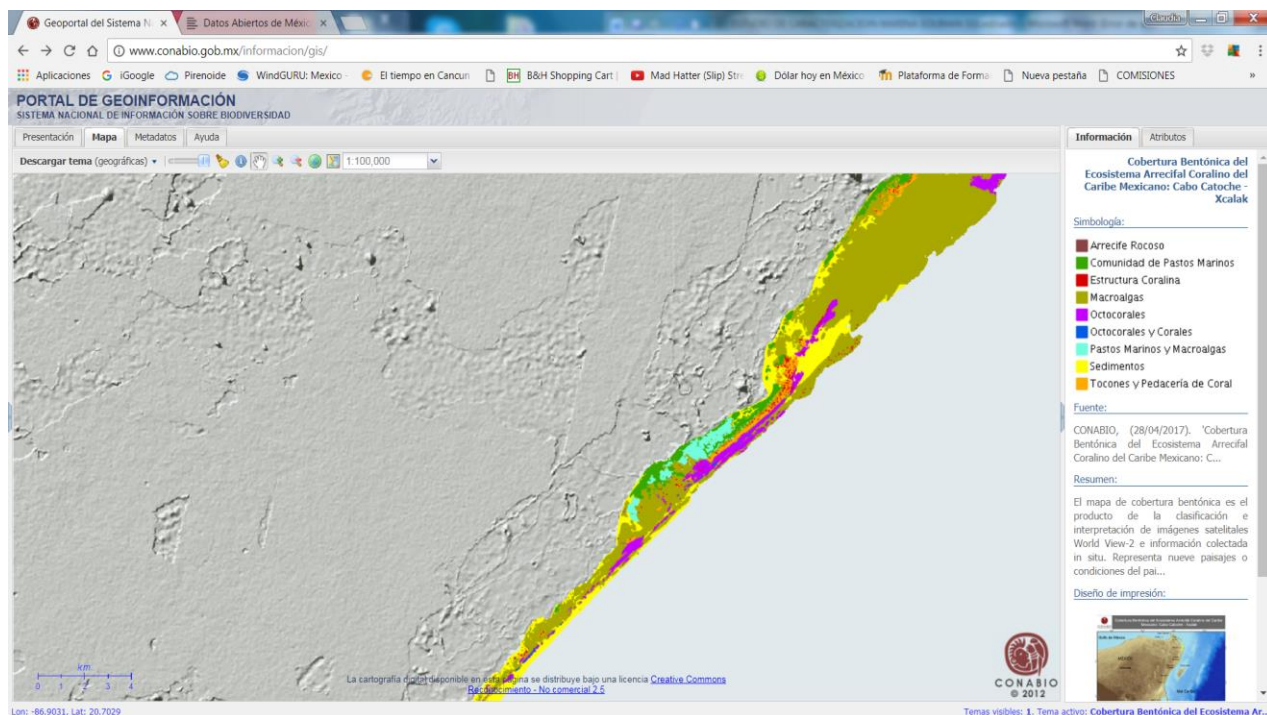
Sección	Ambiente	ID	X_COORD	Y_COORD
		81	495,303	2,283,319
		83	495,163	2,283,293
		Pastizal (Pa)	74	495,264
Área de estudio (AE)	Arenal somero (As)	35	496,499	2,284,431
		43	496,347	2,284,296
		53	495,991	2,284,033
		56	495,843	2,284,019
	Estructura artificial (Ea)	33	496,339	2,284,515
		34	496,315	2,284,503
		37	496,274	2,284,453
		38	496,235	2,284,435
		41	496,146	2,284,374
		42	496,162	2,284,374
	Laja con algas (L/a)	48	496,107	2,284,204
		57	495,877	2,283,938
	Laja con sedimento y algas (L/s+a)	36	496,465	2,284,397
		39	496,422	2,284,323
		44	496,297	2,284,209
	Laja rugosa con algas (Lr/a)	49	496,225	2,284,130
32		496,503	2,284,526	
52		495,963	2,284,184	
62		495,721	2,283,831	
Banco de arena (BA)	Arenal profundo (Ap)	64	495,597	2,283,804
		45	496,468	2,284,140
		46	496,497	2,284,103
		54	496,249	2,283,898
		60	496,181	2,283,690
		61	496,211	2,283,647
	Arenal somero (As)	66	496,090	2,283,538
		51	496,411	2,283,959
		58	496,083	2,283,755
	Laja con algas (La)	59	496,100	2,283,709
		55	496,284	2,283,856
	Laja con gorgonáceos (Lg)	50	496,365	2,284,005
47		496,450	2,284,088	
Pastizal profundo (Pp)	63	496,077	2,283,637	

4.3.2.2. Metodología

4.3.2.2.1. Ambientes Marinos

Para definir los principales tipos de ambientes reconocidos en el área de estudio, se realizó un análisis de fotografía aérea y del mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano, publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Figura 4. 44). 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). A partir de esta información se realizó una prospección subacuática, para verificar el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominantes, estableciendo puntos referenciados geográficamente. Para el registro del patrón de zonación y delimitación de las subzonas identificadas, se realizaron recorridos mediante arrastre de buceo libre; para la toma de datos de profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante y listado de especies de los principales grupos taxonómicos, se realizaron muestreos en sitios puntuales en toda el área de estudio.

Figura 4. 44. 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&_xsi=/db/metadatos/xsi/fgdc_html.xsl&_indent=no).



4.3.2.2.2. Análisis de Comunidad

Para el análisis de las comunidades de biota marina se determinaron los siguientes atributos: Composición específica, riqueza, abundancia, diversidad y distribución. Los principales grupos taxonómicos analizados fueron: escleractínios (corales duros), gorgonáceos (corales blandos), ictiofauna (peces), vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) e invertebrados (anélidos, anémonas, coralmorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

El registro de la información 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) (Figura 4. 45), como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales, de acuerdo a los siguientes criterios (Tabla 4. 7).

Figura 4. 45. Muestreo mediante el uso de cuadrantes y transectos.

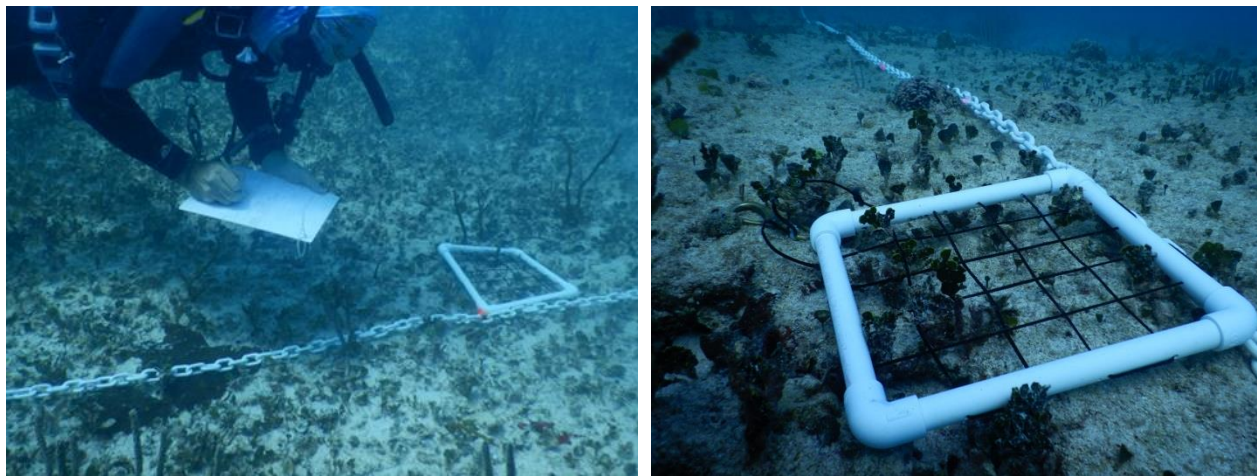


Tabla 4. 7. Técnicas de muestreo aplicadas por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el área de estudio.

Grupo taxonómico	Técnica de muestreo
Corales escleractinios	Se estimó el tamaño de las colonias que se encontraron debajo del transecto, y se registró la especie y su condición de salud.
Gorgonáceos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la categoría de edad de cada individuo.
Ictiofauna	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la talla de cada individuo.
Vegetación marina (pastos marinos y algas)	Se colocaron cuadrantes de 25 cm ² divididos en cuadros de 5x5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5x5 cm ocupados por cada especie.
Invertebrados marinos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto.

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

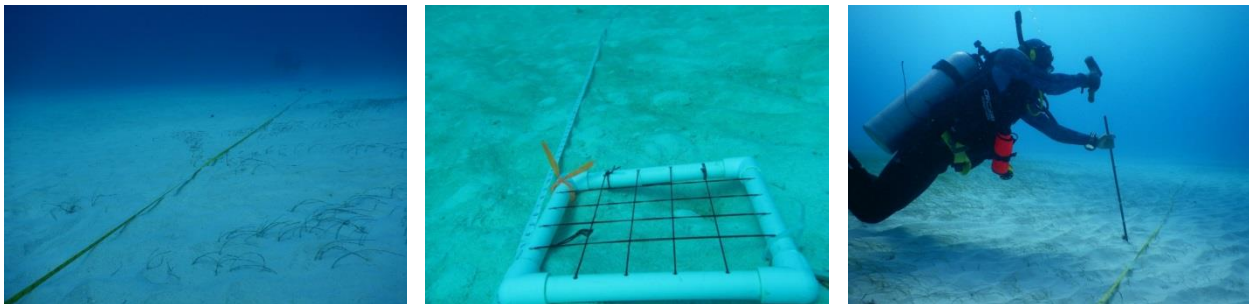
Adicionalmente se hicieron mediciones para estimar el tamaño de los organismos y se hicieron anotaciones respecto a la condición que guardan, para detectar mortalidad o algún otro tipo de daño, así como de la morfología de las colonias.

4.3.2.2.3. Análisis de Comunidad del Banco de Arena

El análisis de las comunidades de biota marina en los bancos de arena se realizó mediante la determinación de la composición específica, distribución y abundancia de cuatro elementos bióticos principales: a) biota béntica: anémonas, equinodermos, esponjas, moluscos y gorgonáceos, b) vegetación marina: macroalgas y pastos marinos, c) ictiofauna: peces y, d) infauna: anelida, sipuncula, cephalorhyncha, mollusca, equinodermata, crustácea.

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, abarcando 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 seis cuadrantes por cada transecto; cubriendo un área de 3,750 cm² en cada uno. Adicionalmente se midió la profundidad del sedimento con el uso de una varilla graduada.

Figura 4. 46. Transectos lineales de para muestreo de fauna bentónica e ictiofauna. Y medición de la profundidad de la capa de sedimento.



La identificación de especies se llevó a cabo *in situ* para la biota bentónica, vegetación marina e ictiofauna; y en el caso de la infauna se realizó en laboratorio posteriormente. 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).

En el estudio de la infauna se utilizó un nucleador de PVC que toma muestras de 15 cm de diámetro por 20 cm de alto, éste fue sumergido en el sedimento para la toma de una muestra de aproximadamente 3,534 cm³ (3.5 litros) de volumen de sedimento. Para cada transecto de muestreo fueron tomadas dos muestras (Figura 4. 47).

Figura 4. 47. Toma de muestra de sedimento para el muestreo de infauna.



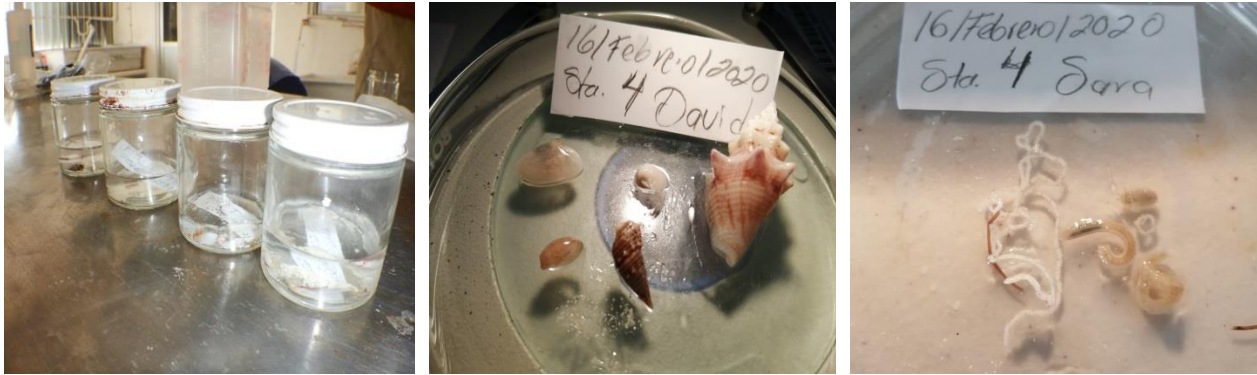
Cada muestra fue procesada en laboratorio mediante un sistema de resuspensión de sedimentos por flujo continuo de agua para separar la fauna de organismos intersticiales de la arena (Figura 4. 48).

Figura 4. 48. Sistema de filtración para colecta de invertebrados intersticiales de la infauna y muestras de sedimento obtenidas.



Los organismos recolectados fueron depositados en frascos de plástico, fijados con formol al 5%, y etiquetados; posteriormente fueron identificados y clasificados empleando un microscopio de disección (Figura 4. 49).

Figura 4. 49. Separación de organismos de la infauna, y su posterior identificación taxonómica.

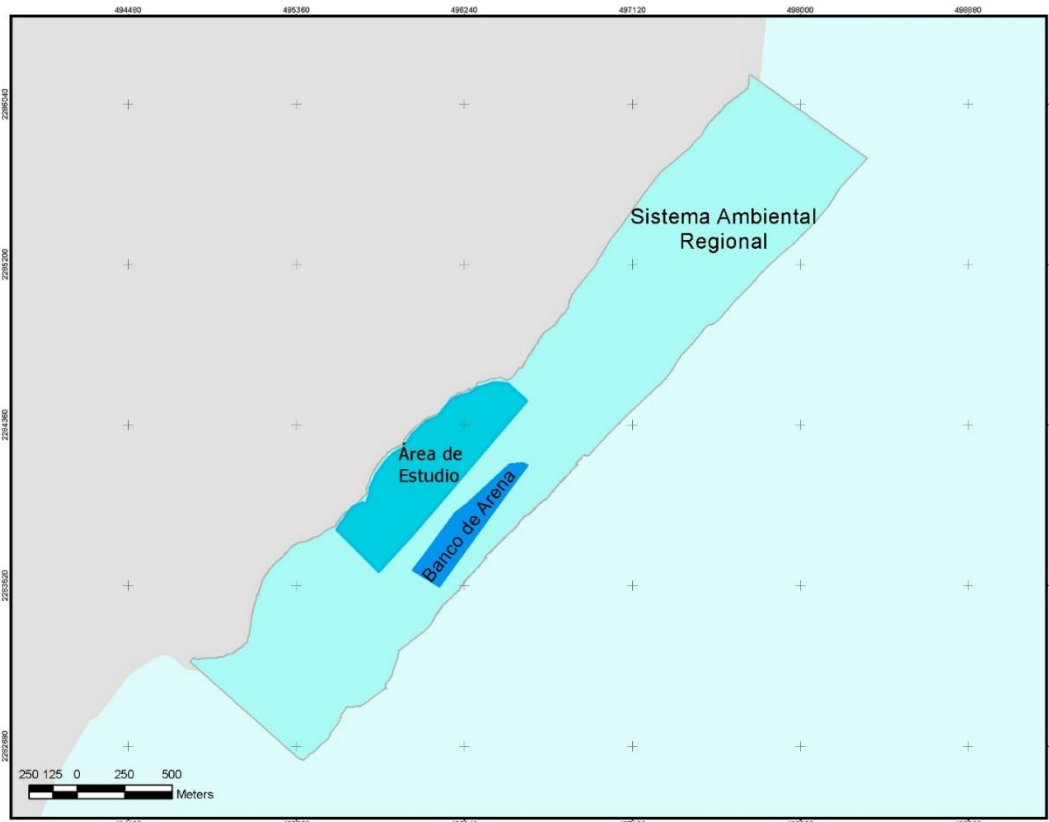


Los análisis que se llevaron a cabo para la caracterización de la biota fue la elaboración de listados de especies en donde se puede apreciar la composición de especies en cada uno de los sitios muestreados, con una estimación de abundancia relativa por sitio.

4.3.2.3. Resultados

Para efectos del presente estudio, se presenta la caracterización de ambientes marinos por separado para cada una de las 3 secciones que se definieron: Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Estudio (AE) y Banco de Arena (BA).

Figura 4. 50. Secciones definidas para la caracterización de ambientes marinos.



4.3.2.3.1. Ambientes Marinos

Con la información recabada se realizó un mapa de ambientes para el SAR, con la intención de identificar posibles áreas con vegetación, y otros tipos de fondo diferentes a la arena. De acuerdo al tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante, para toda el área en este estudio se reconocieron 9 tipos de ambientes marinos (Figura 4. 51 y Tabla 4. 8). Estos ambientes están relacionados con el patrón de zonación arrecifal descrito para la zona de estudio ((Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, Padilla, et al, 1994).

Figura 4. 51. Mapa de ambientes del sistema ambiental regional.

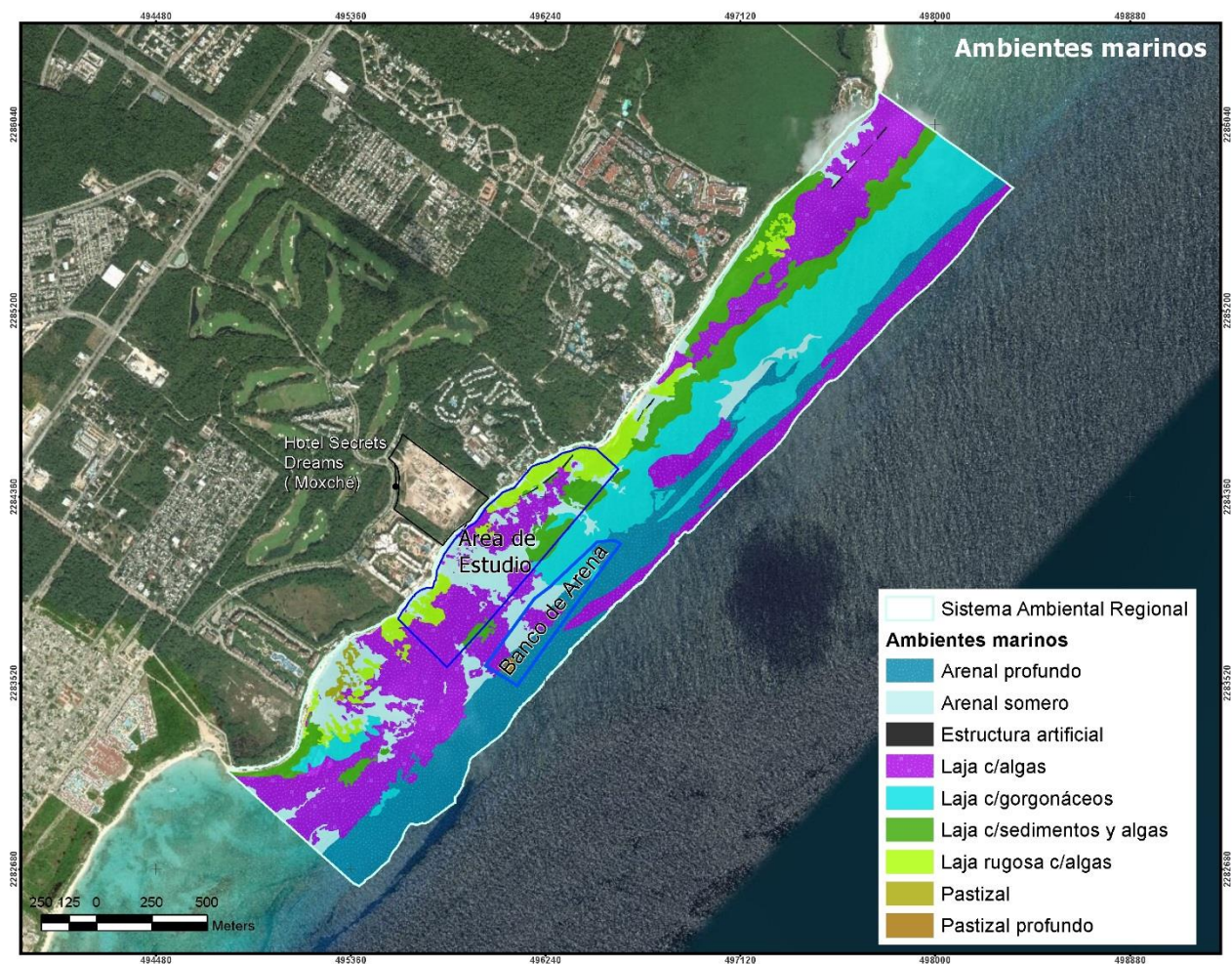


Tabla 4. 8. Superficie por tipo de ambiente en el sistema ambiental regional.

Ambiente	Abreviación	ha	%
Arenal somero	As	35.20	11.84
Laja con sedimentos y algas	L/s+a	30.24	10.17
Pastizal	Pa	1.14	0.38
Estructura artificial	Ea	0.36	0.12
Laja rugosa con algas	Lr/a	14.91	5.02
Laja con algas	L/a	97.61	32.85
Laja con gorgonáceos	L/g	64.47	21.70
Pastizal profundo	Pp	0.31	0.11
Arenal profundo	Ap	52.94	17.81
Total		297.19	100

4.3.2.3.2. Descripción de Ambientes Marinos

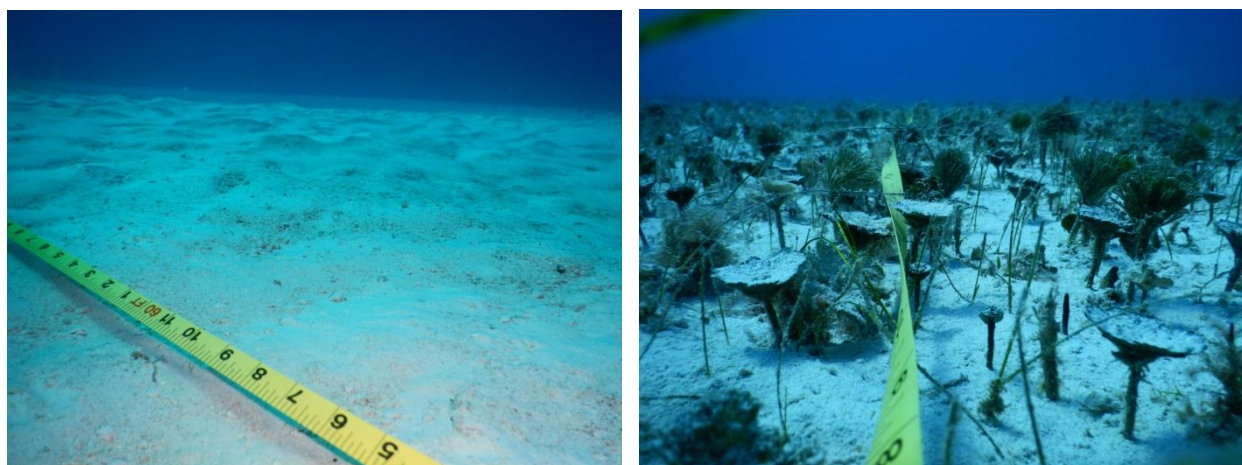
El análisis de los resultados se presenta por sección para cada uno de los polígonos definidos (SAR, AE y BA). El tipo de ambientes varía en cada sección según se describe a continuación.

- Sistema Ambiental Regional (SAR) se reconocieron 8 tipos de ambientes

Arenal profundo (Ap)

El ambiente del arenal profundo en el SAR forma una franja en la zona más profunda del polígono que se definió como SAR para el estudio, siendo más ancha en la parte sur y que se va haciendo más estrecha hacia el norte. El sustrato es de arena fina, y en la mayoría del área la comunidad biótica es prácticamente nula, aunque existen algunas áreas con presencia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto principalmente de las especies *Rhipocephalus phoenix* y *Udotea fibrosa* y un crecimiento escaso de pasto marino de la especie *Halodule wrightii*. En cuanto a otro tipo de organismos se registraron algunos ejemplares de gasterópodos de la especie *Lobatus gigas* y *L. costatus*, escasas colonias de coral de tamaño pequeño y dispersas de la especie *Siderastrea radians*, y algunos ejemplares de gorgonáceo arbustivo de la especie *Pterogorgia anceps*. La profundidad en este tipo de ambiente va desde los 12 hasta los 20 metros (Figura 4. 52).

Figura 4. 52. Arenal profundo en el SAR. Se observa el sustrato de arena fina (izq.) y macroalgas de la especie *Penicillus dumetosus* (der).



Arenal somero (As)

El ambiente de arenal somero en el SAR se encuentra en varias áreas dispersas en la parte somera del polígono, siendo más abundante su presencia en la parte centro y sur del mismo. El sustrato es de arena fina, y en muy pocos sitios hay presencia de vegetación marina o algún otro tipo de biota béntica conspicua. Se registraron algunas colonias de coral de tamaño pequeño del género *Porites* spp y *Siderastrea* spp.; así como escasos ejemplares de gorgonáceos arborescentes de las especies *Pterogorgia anceps* y *Pseudopterogorgia americana*. La profundidad en este tipo de ambiente va desde la línea de costa hasta los 5 metros en la mayoría de las áreas, aunque existen algunas áreas con este tipo de ambiente que se presentan entre los 5 y 10 metros (Figura 4. 53).

Figura 4. 53. Arenal somero en el SAR. Se observa el sustrato de arena fina característico de este tipo de ambiente.



Estructura artificial (Ea)

El ambiente denominado Estructura artificial en el polígono del SAR corresponde a las estructuras de protección costera que se encuentran frente al hotel Grand Velas. En este caso se trata de bolsacretos, los cuales están cubiertos de una gran cantidad de algas, siendo predominantes las algas rojas de las especies *Laurencia papillosa* y *Bryothamnion triquetum*, seguidas de algas calcáreas incrustantes de las especies *Hydrolithon boerguesenii* y *Porolithon pachydermum* que se pegan a la superficie del bolsacreto. En esta superficie también se encontraron algunas colonias de coral de tamaño pequeño, principalmente del género *Porites* spp. y coral de fuego de la especie *Millepora complanata*, con algunos grupos de peces de la especie *Haemulon flavolineatum* asociados a las estructuras. Este ambiente se encuentra a una profundidad que va desde la superficie del agua hasta 1.5 metros (Figura 4. 54).

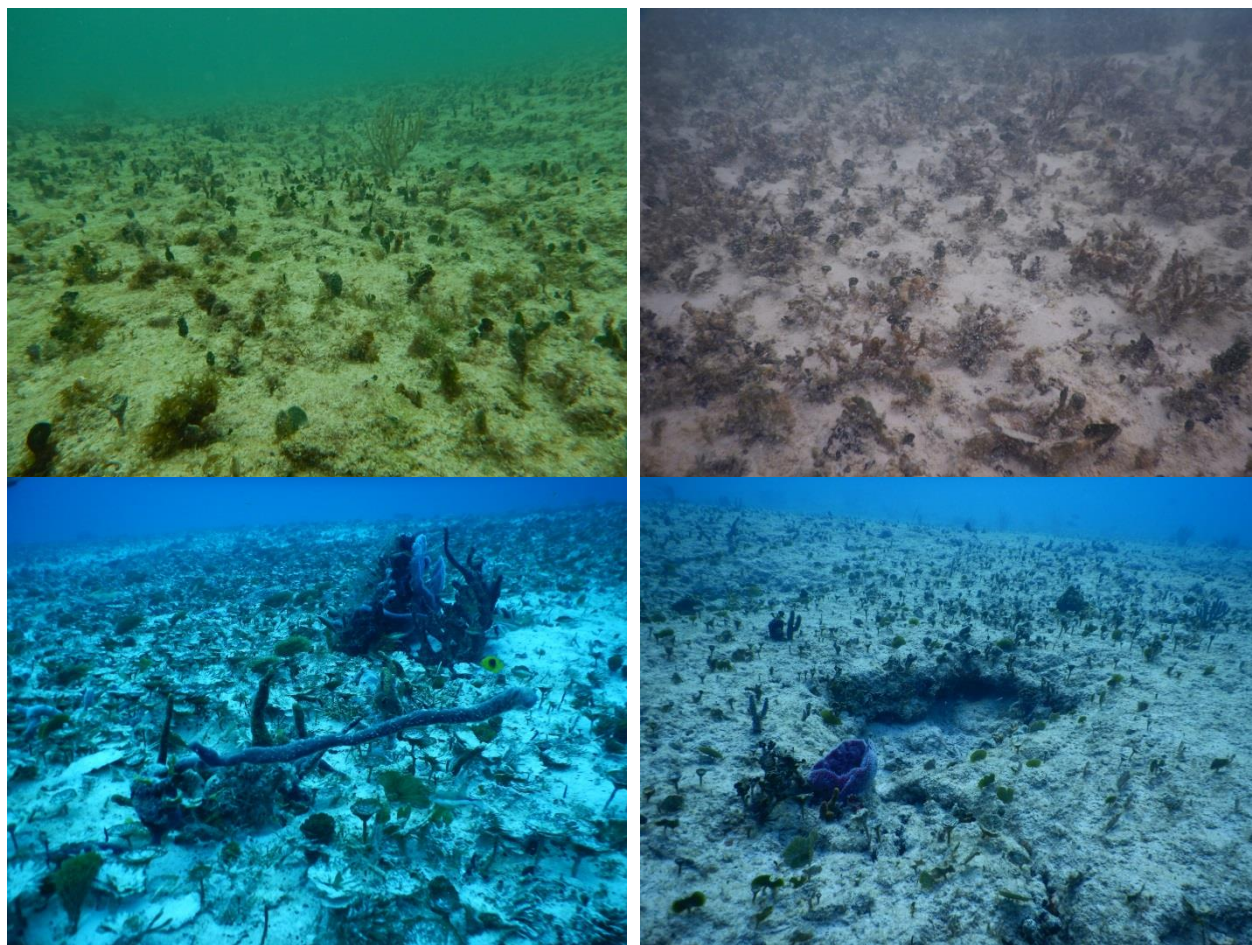
Figura 4. 54. Estructura artificial en el SAR. Vista desde la superficie (arriba izq.) y vista submarina (arriba der.), y ejemplares de biota marina como colonias de coral (abajo izq.) y erizos (abajo der.).



Laja con algas (L/a)

El ambiente de laja con algas en el SAR es un área extensa y dispersa por todo el polígono. En la parte sur abarca una franja bastante ancha que va desde la línea de costa hasta donde inicia la franja del arenal profundo a los 12 m de profundidad, y se mezcla con otros tipos de ambientes como la laja rugosa, o laja con gorgonáceos, pastizales y arenales someros. En la parte norte es una franja prácticamente continua, que se presenta desde pocos metros de la línea de costa hasta los 2 metros de profundidad, y que se va haciendo más angosta hacia la parte central del polígono. Pero también se presenta este tipo de ambiente en una franja más profunda, que se forma después del arenal profundo y que va de los 15 a los 20 metros de profundidad. El sustrato es de laja, y generalmente liso y con poco relieve, con una capa de sedimento de muy pocos centímetros que se acumula entre las algas. Este ambiente es muy extenso y presenta una gran variedad y abundancia de macroalgas con una dominancia marcada de algas verdes calcáreas de los géneros *Rhipocephalus* spp., *Avrainvillea* spp., y *Halimeda* spp. En cuanto a otro tipo de biota se registraron algunas colonias de coral, principalmente de los géneros *Porites* spp. y *Siderastrea* spp., además del coral de fuego del género *Millepora* spp. (Figura 4. 55).

Figura 4. 55. Laja con algas en el SAR. Planicie somera (arriba), y parte profunda (abajo.).



Laja con gorgonáceos (L/g)

El ambiente de laja con gorgonáceos en el SAR forma una franja ancha y extensa en la parte central y norte del polígono, a una profundidad promedio entre 5 y 15 metros. Este ambiente es muy escaso en la parte norte, representado solamente por algunos parches de poco tamaño. Se caracteriza por la abundancia de colonias de gorgonáceos, que pueden tener formas arbustivas, en candelabro o de abanico. El sustrato es de laja, y en algunas secciones puede tener un poco de relieve y suele ser más heterogéneo. Incluso en algunos sitios se llega a formar un desnivel de la laja calcárea que da lugar a un escalón, antes de llegar a la base de arena en el ambiente arenal profundo. La comunidad bentónica dominante en este tipo de ambiente son los gorgonáceos, encontrando una amplia variedad de especies, con dominancia de los abanicos de mar del género *Gorgonia* spp., y aquellos en forma de candelabro del género *Eunicea* spp y de la especie *Muriceopsis flavida*. Las colonias de coral son un poco más abundantes en este ambiente, encontrando principalmente especies masivas de los géneros *Siderastrea* spp. y *Porites* spp., además de coral de fuego del género *Millepora* spp. (Figura 4. 56).

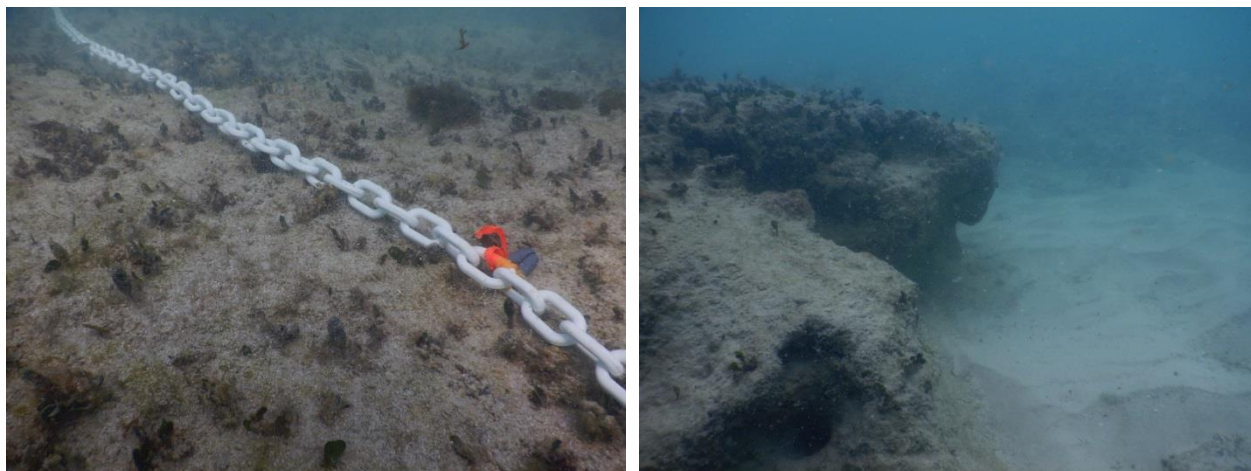
Figura 4. 56. Laja con algas en el SAR. Vistas panorámicas.



Laja con sedimento y algas (L/s+a)

El ambiente denominado laja con sedimentos y algas en el SAR está representado por una doble franja continua en la parte somera en el sur del polígono y por varias áreas dispersas en el centro y norte del mismo. Su distribución está asociada a la línea de costa, y hasta una profundidad máxima de 4 m. El sustrato es de laja con una capa de sedimento fino de unos cuantos centímetros de grosor, y en algunos sitios se forman pocetas de arena fina de mayor grosor. La comunidad bentónica dominante en este tipo de ambiente son las algas verdes calcáreas de los géneros *Halimeda* spp. y *Rhipocephalus* spp., con presencia de algas cafés de los géneros *Dictyota* spp., y *Padina* spp., además de algunos parches con presencia importante del alga verde carnosa de la especie *Enteromorpha* spp. En cuanto a otro tipo de biota bentónica se registraron algunas colonias de coral de las especies *Porites divaricata* y *Siderastrea radians* y algunas colonias de gorgonáceos principalmente del género *Pterogorgia* spp. y *Plexaura* spp. (Figura 4. 57).

Figura 4. 57. Laja con sedimento y algas en el SAR. Vistas panorámicas.



Laja rugosa con algas (Lr/a)

El ambiente denominado laja rugosa con algas en el SAR se presenta en áreas aisladas y dispersas en las partes someras y solo forma una franja continua dentro del polígono definido como SAR. El sustrato es de laja con una textura rugosa, la cual está cubierta de algas principalmente cafés y rojas, con poca presencia de algas verdes. La profundidad a la que se encuentra este ambiente va de 1 a 2 metros, y ocasionalmente a 3 metros en las partes más alejadas de la línea de costa. En cuanto a otro tipo de biota bentónica se registró una muy baja presencia de corales, siendo únicamente pequeñas colonias de la especie *Porites astreoides* sin registro de colonias de gorgonáceos (Figura 4. 58).

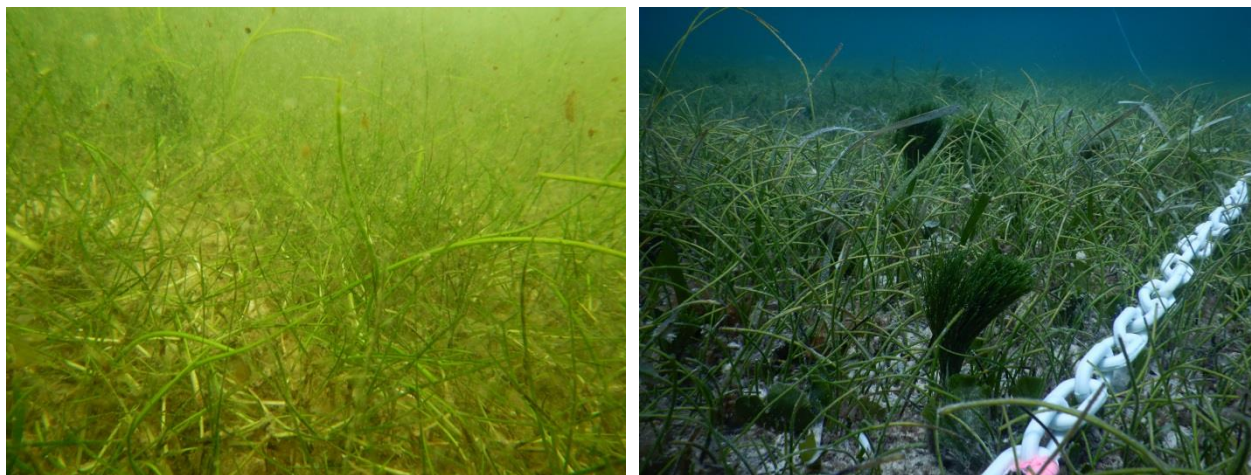
Figura 4. 58. Laja rugosa con algas en el SAR. Vistas panorámicas.



Pastizal (Pa)

El ambiente denominado Pastizal en el SAR es un área muy restringida en la parte somera en el sur del polígono. La pradera de pastos marinos está dominada por la especie *Syringodium filiforme*, con presencia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, principalmente de los géneros *Caulerpa* y *Penicillus*, siendo praderas densas y homogéneas. No se registró ningún otro tipo de biota bentónica. La profundidad en este tipo de ambiente varía de 1 a 3 metros (Figura 4. 59).

Figura 4. 59. Pastizal en el SAR. Vistas panorámicas de la pradera de pastos marinos con dominancia de la especie *Syringodium filiforme*.



- En la sección denominada Área de Estudio (AE) se reconocieron 5 tipos de ambientes

Arenal somero (As)

Dentro del AE, el tipo de ambiente denominado arenal somero cubre un área extensa de forma irregular que va desde la línea de costa en algunos casos y que llega hasta el límite de mar adentro a 4 metros de profundidad. Este tipo de ambiente se caracteriza por un sustrato de arena fina, con muy poca presencia de vegetación marina, y la biota béntica conspicua es prácticamente inexistente, encontrando algunos ejemplares de gorgonáceo de la especie *Plexaurella nutans* dispersos y aislados (Figura 4. 60).

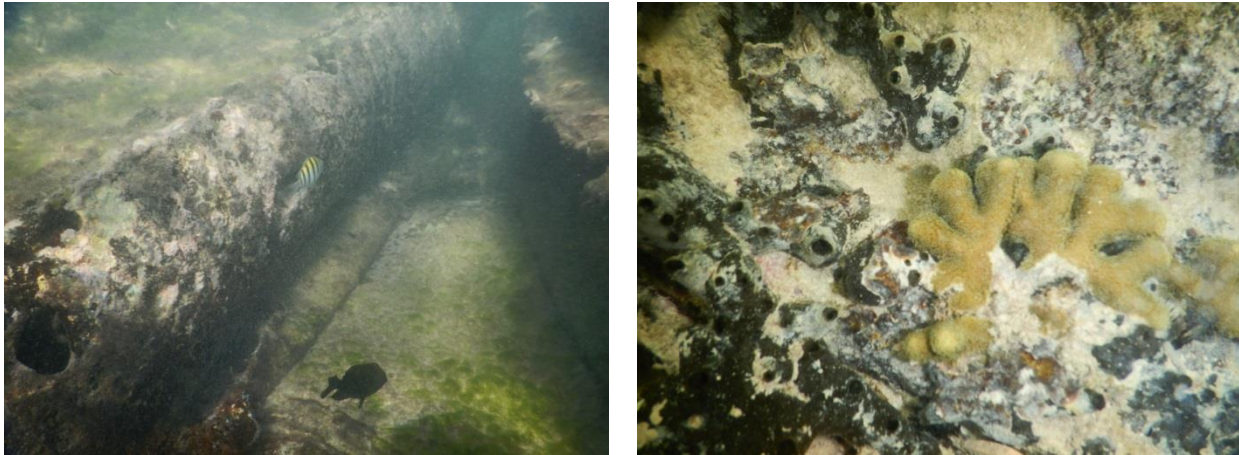
Figura 4. 60. Arenal somero en el AE. Vistas panorámicas.



Estructura artificial (Ea)

El ambiente denominado Estructura artificial en el polígono del AE corresponde a las estructuras de protección costera que se encuentran frente al hotel Sandos Caracol. Las estructuras son de bolsacretos, los cuales se encuentran cubiertos de algas en su parte superficial, y de sedimento en los bordes de los bolsacretos. En la superficie de los bolsacretos hay una dominancia del alga roja calcárea incrustante *Hydrolithon boerguesenii*, y el alga roja carnosa *Laurencia papillosa*; también se encontraron algunas colonias de coral de tamaño pequeño, principalmente del género *Porites* spp., y varios ejemplares de erizos del género *Equinometra* spp. Este ambiente se encuentra a una profundidad que va desde la superficie del agua hasta 1.5 metros (Figura 4. 61).

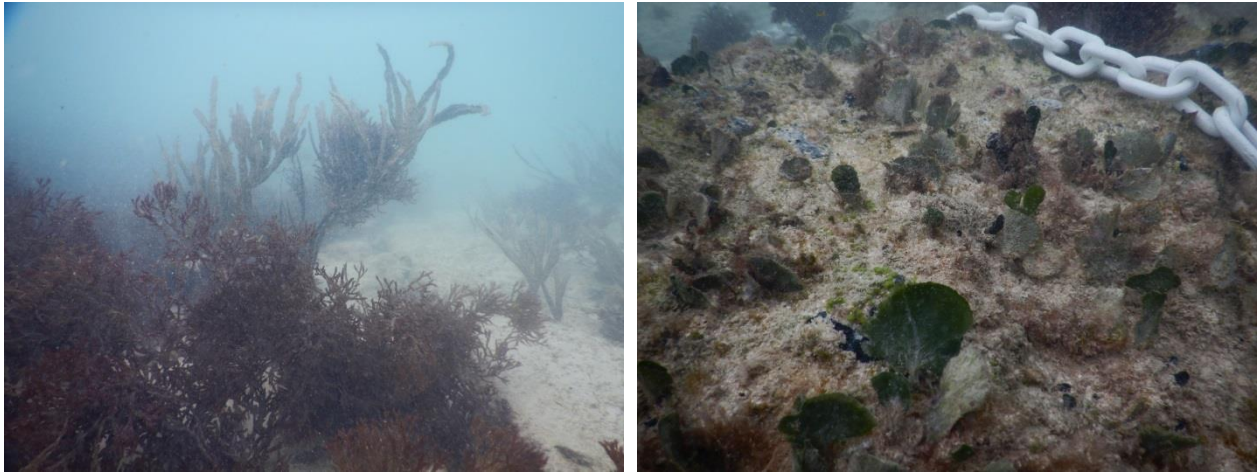
Figura 4. 61. Estructura artificial en el AE. Se observan los bolsacretos (izq.) y un ejemplar de coral (der.).



Laja con algas (L/a)

El sustrato de laja con algas en el AE forma una franja somera en la parte sur del polígono, desde la línea de costa hasta unos 3 metros de profundidad aproximadamente, y se encuentra contigua al arenal somero. El sitio presenta alta sedimentación, y una dominancia del alga roja *Acanthophora spicifera*, con menor presencia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como *Udotea fibrosa* y *Penicillus dumetosus*. El sitio tiene una alta presencia de gorgonáceos de la especie *Pterogorgia anceps*, que es característico de sitios con alta sedimentación (Figura 4. 62).

Figura 4. 62. Laja con algas en el AE. Algas rojas y gorgonáceos (izq.) y algas verdes (der.).



Laja con sedimento y algas (L/s+a)

El ambiente de laja con sedimento y algas en el AE se presenta en la parte más profunda del polígono, en 2 áreas más grandes y algunas áreas pequeñas dispersas. La profundidad a la que se presenta este tipo de ambiente va de los 2 a los 4 metros. El sustrato es de laja, cubierto de una capa delgada de sedimentos finos, de unos cuantos centímetros de grosor, con un crecimiento de algas verdes calcáreas de los géneros *Avrainvillea* spp., *Caulerpa* spp., *Halimeda* spp., *Penicillus* spp., *Rhipocephalus* spp. y *Udotea* spp.; además del alga roja *Bostrychia tenella*. La presencia de otros organismos es común, tanto de gorgonáceos de varios tipos como son los que tienen forma de abanico de la especie *Gorgonia flabellum*, y arborescentes del género *Pterogorgia* spp., y de la especie *Pseuoplexaura porosa*, así como algunas colonias de coral de tamaño pequeño del género *Porites* spp., y de la especie *Dichocoenia stokesii* y peces de varias especies (Figura 4. 63).

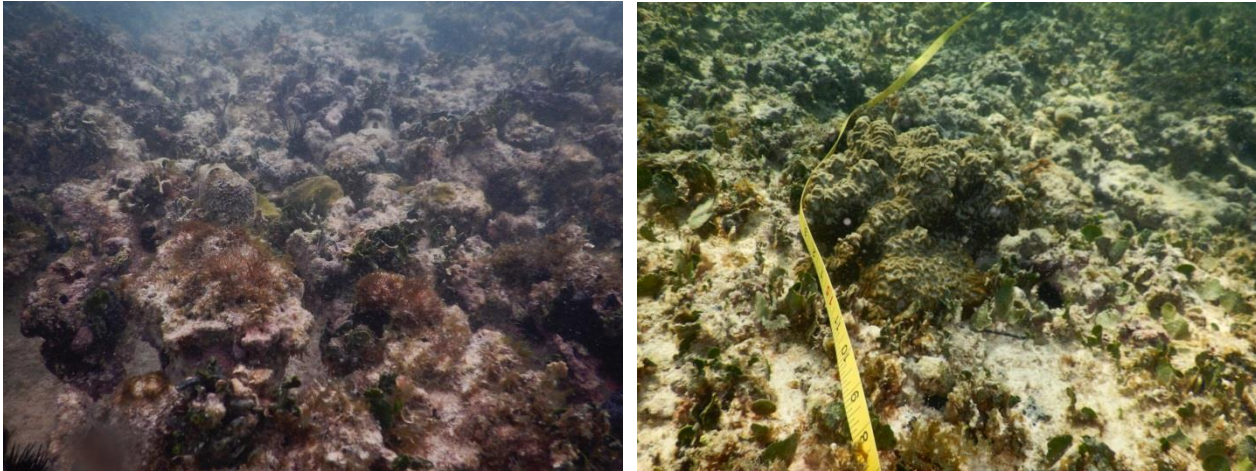
Figura 4. 63. Laja con sedimento y algas en el AE. Vistas panorámicas.



Laja rugosa con algas (Lr/a)

El ambiente denominado laja rugosa con algas en el AE se presenta en una franja bien definida en la parte somera del polígono, desde la línea de costa hasta unos 2 metros de profundidad. Se caracteriza por un sustrato de laja con textura rugosa, la cual está cubierta de algas de diversos tipos, principalmente el alga coralina roja incrustante *Hydrolithon boerguessenii*, que principalmente le da un aspecto duro y rugoso al sustrato, y varias especies de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como son las de los géneros *Halimeda* spp., y *Penicillus* spp. En este ambiente se encuentra una gran cantidad de biota asociada, principalmente erizos de la especie *Equinometra lucunter* y *Diadema antillarum*, y varias colonias de corales de tamaño pequeño de varias especies del género *Porites* spp. y de la especie *Pseudodiploria clivosa*; así como gorgonáceos en forma de abanico de la especie *Gorgonia flabellum* y varios peces de distintas especies (Figura 4. 64).

Figura 4. 64. Laja rugosa con algas en el AE. Algas calcáreas incrustantes (izq.) y colonia de coral de la especie *Pseudodiploria clivosa* (der.).



Laja con gorgonáceos (L/g)

En esta sección AE se presenta una pequeña superficie que corresponde al tipo de ambiente denominado laja con gorgonáceos (L/g), la cual representa una porción muy pequeña de la franja continua que se desarrolla en la sección denominada SAR. En esta porción no se tiene un muestreo que represente este ambiente, y debido a su poca representatividad dentro del polígono de la sección AE no se consideró este tipo de ambiente para el análisis de esta sección.

- En la sección denominada Banco de Arena (BA) se reconocieron 5 tipos de ambientes

Arenal profundo (Ap)

El arenal profundo en el Banco de arena forma una franja en la parte profunda del polígono, desde los 9 metros y hasta los 15 metros de profundidad. Es un área extensa y homogénea, que se caracteriza por un sustrato de arena fina y media de color claro, en donde la capa de arena es muy gruesa, siendo mayor a 1 metro en varios sitios. La mayor parte de este ambiente está formada por grandes extensiones de arena sin biota sésil conspicua, pero existen algunas áreas en donde se identifica el crecimiento de vegetación, muy escasa en abundancia, y formada principalmente por algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Penicillus* spp. y *Rhipocephalus* spp., con presencia escasa del pasto marino *Halodule wrightii*. La presencia de otro tipo de biota marina en este tipo de ambiente es escasa, pero cabe mencionar que se registró un banco de caracoles de la especie *Strombus raninus* en agregación reproductiva en la parte Norte del polígono (Figura 4. 65).

Figura 4. 65. Arenal profundo en el BA. Se observan los arenales sin biota marina (arriba izq.) y algunas áreas con escasa vegetación (arriba der), así como la agregación de gasterópodos de la especie *Strombus raninus* (abajo izq.) y el detalle de un ejemplar con las masas ovígeras (abajo der.).



Arenal somero (As)

El arenal somero en el Banco de arena se presenta en la parte somera del polígono, desde los 6 metros de profundidad y hasta los 9 en las partes más profundas, colindantes con el arenal profundo. Este ambiente se caracteriza por un sustrato de arena fina y media de color claro, con una capa de sedimento que en promedio tiene un grosor menor a un metro. Una gran parte de este ambiente está formada por extensiones de arena sin biota sésil conspicua, pero hay varias áreas con crecimiento de vegetación, con dominancia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto como las de los géneros *Halimeda* spp. *Penicillus* spp. y *Rhipocephalus* spp., con una mayor presencia del pasto marino de la especie *Halodule wrightii* que se desarrolla cercano a las áreas de laja que hay dentro del polígono (Figura 4. 66).

Figura 4. 66. Arenal somero en el BA. Se observan las áreas de arenas sin biota marina (izq.) y algunos parches con presencia escasa de pasto marino (der.).



Laja con algas (L/a)

El ambiente de Laja con algas en el BA se encuentra en 2 áreas dentro del polígono. Una en la parte suroeste y otra en la parte central del mismo. La profundidad de este ambiente va de los 6 metros hasta los 10 en algunas de las partes más profundas. Este ambiente se caracteriza por presentar un sustrato de laja de bajo relieve, cubierta de bastante sedimento, en donde se forman comunidades de algas en parches de baja densidad con dominancia de algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Rhipocephalus* spp. y *Halimeda* spp., y algunos en donde domina el alga roja de la especie *Bostrychia tenella*. En este tipo de ambiente es común encontrar ejemplares de gorgonáceos de talla pequeña, principalmente de los géneros *Pterogorgia* spp. y colonias de coral muy pequeñas y escasas del género *Siderastraea* spp. (Figura 4. 67).

Figura 4. 67. Laja con algas en el BA. Se observa áreas con parches de comunidades de algas (izq.) y sitios con presencia de colonias aisladas de gorgonáceos (der.).



Laja con gorgonáceos (L/g)

El ambiente de Laja con gorgonaceos en el BA se encuentra en un área en la parte noreste del polígono y abarca de los 6 a los 8 metros de profundidad. El sustrato es de laja con poco relieve, cubierto de una capa delgada de sedimentos finos, y algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* spp., *Penicillus* spp., *Rhipocephalus* spp y *Udotea* spp. La comunidad bentónica dominante en este tipo de ambientes son los gorgonáceos, con la presencia de colonias de varias especies de tamaños medianos y grandes con alta abundancia, y dominancia de la especie *Eunicea mammosa*, seguida de otras especies de los géneros *Pseudopterogorgia* spp., *Pterogorgia* spp., *Eunicea* spp. y *Plexaura* spp. En este ambiente se encuentran colonias de coral aisladas de tamaño pequeño de las especies *Siderastrea siderea* y *S. radians* (Figura 4. 68).

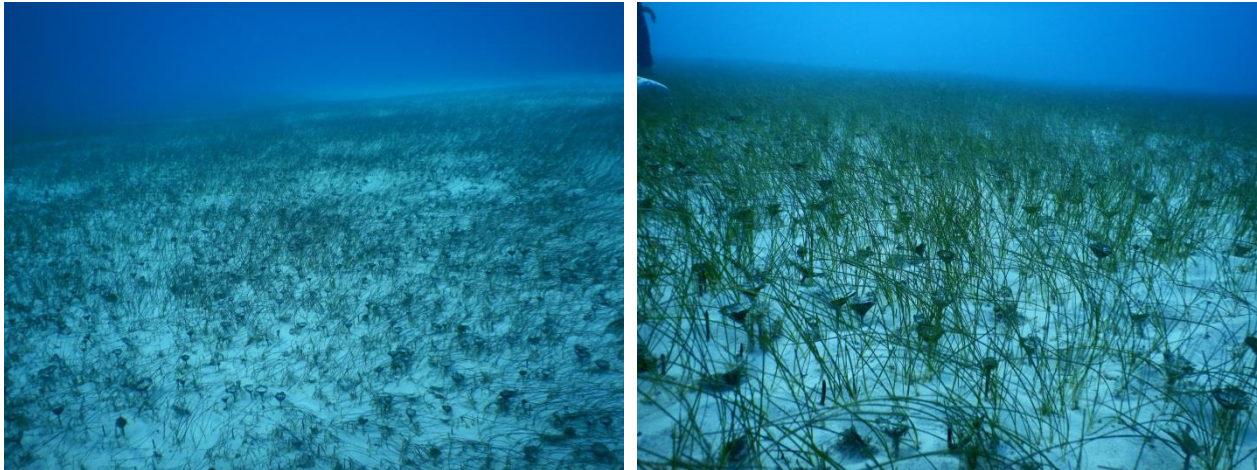
Figura 4. 68. Laja con gorgonáceos en el BA.



Pastizal profundo (Pp)

El ambiente de Pastizal profundo se encontró en una pequeña área, en la parte suroeste del polígono, a 10 m de profundidad. El sustrato es de arena fina y media de color claro en donde se desarrolla una pradera de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* en asociación con una comunidad de algas verdes calcáreas de los géneros *Penicillus* spp. y *Rhipocephalus* spp. y algas rojas de los géneros *Daya* spp. y *Laurencia* spp. La presencia de otro tipo de biota sésil conspicua es muy escasa (Figura 4. 69).

Figura 4. 69. Pastizal profundo en el BA.



4.3.2.3.3. Caracterización de la Biota Marina

- Sistema Ambiental Regional

Para el SAR se registró un total de 15 especies de corales duros (escleractinios), 2 especies de hidrocorales, 18 especies de corales blandos (gorgonáceos), 53 especies de peces (ictiofauna), 58 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 34 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos) (Tabla 4. 9).

Tabla 4. 9. Composición taxonómica de las especies registradas durante la caracterización marina en el SAR.

Clase	Especie	
	No.	%
Corales duros	15	8.33
Hidrocorales	2	1.11
Corales blandos	18	10.00
Peces	53	29.44
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	58	32.22
Invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos)	34	18.89
Total	180	100

- Áreas de Estudio

Para el AE se registró un total de 8 especies de corales duros (escleractinios), 1 especie de hidrocoral, 6 especies de corales blandos (gorgonáceos), 37 especies de peces (ictiofauna), 37 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 22 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos) (Tabla 4. 10).

Tabla 4. 10. Composición taxonómica de las especies registradas durante la caracterización marina en el AE.

Clase	Especie	
	No.	%
Corales duros	8	7.21
Hidrocorales	1	0.90
Corales blandos	6	5.41
Peces	37	33.33
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	37	33.33
Invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos)	22	19.82
Total	111	100

- Banco de Arena

Para el BA se registró un total de 2 especies de corales duros (escleractinios), 8 especies de corales blandos (gorgonáceos), 14 especies de peces (ictiofauna), 19 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 21 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos) (Tabla 4. 11).

Tabla 4. 11. Composición taxonómica de las especies registradas durante la caracterización marina en el BA.

Clase	Especie	
	No.	%
Corales duros ³	2	3.13
Corales blandos	8	12.50
Peces	14	21.88
Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)	19	29.69
Invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos)	21	32.81
Total	64	100

³ Todas las colonias registradas se encontraron fuera del área de muestreo.

- Especies de Interés Particular

En este estudio se registró la presencia de 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de corales: *Acropora palmata* bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr) y *Orbicella annularis* bajo la categoría de amenazada (A). Una especie de gorgonáceo: *Plexaura homomalla* bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr). Y dos especies de pasto marino: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr) y amenazada (A), respectivamente. Cabe mencionar que dentro del SAR también se registró la presencia de la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, la cual se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada (A), pero se refiere únicamente a las poblaciones en el Sistema Arrecifal Veracruzano, Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna de Tamiahua en Veracruz, y en el Canal del Infiernillo en Sonora, por lo que no aplica para el presente estudio. En la Tabla 4. 12, se presenta la sección, el tipo de ambiente y el nivel de abundancia que cada especie registró en este estudio.

Figura 4. 70. Especies listadas en la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010 presentes en el área de estudio. *Acropora palmata* (arriba izq.), *Orbicella annularis* (arriba der.), *Plexaura homomalla* (abajo izq.) y pasto marino de las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (abajo der.).



Tabla 4. 12. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sujetas a protección especial (Pr) o Amenazadas (A). Sección: SAR=Sistema Ambiental Regional, AE=Área de estudio. Abundancia: x=presencia, E=Escaso, R=Raro, D=Dominante.

Taxa	Especie	Nivel de protección	Sección / Ambiente / Abundancia
Corales	<i>Acropora palmata</i>	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (x);
	<i>Orbicella annularis</i> ⁴	A	SAR: Laja con algas (x)
Gorgonáceos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (E)
Pasto marino	<i>Thalassia testudinum</i> ⁴	Pr	SAR: Arenal somero (E). AE: Estructura artificial (R)
	<i>Syringodium filiforme</i> ⁴	A	SAR: Pastizal (D)

4.3.2.3.4. Estimación de Parámetros Comunitarios

- Sistema Ambiental Regional

Escleractinios (corales duros)

Distribución y composición de especies: Se registraron 17 especies, distribuidas en 12 géneros y nueve familias, de las cuales 8 fueron observadas fuera de los transectos de muestreo. La especie con mayor distribución fue *Siderastrea radians*, ya que se registró en cinco de los ocho ambientes muestreados, siendo abundante en dos ambientes y dominante en tres de ellos. En el ambiente As también dominaron las especies *Porites astreoides* y *Porites porites*, de igual forma estas dos especies fueron dominantes en el ambiente L/a. Las especies *Acropora palmata*, *Stephanocoenia michelinii*, *Manicina areolata*, *Montastrea cavernosa*, *Orbicella annularis*, *Pseudodiploria clivosa*, *Pseudodiploria strigosa*, *Dichocoenia stokesii* y *Madracis decactis* fueron observadas fuera de los transectos de muestreo (Tabla 4. 13).

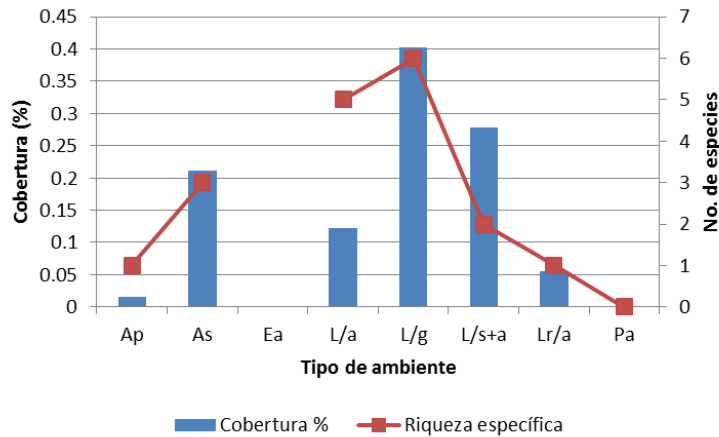
Tabla 4. 13. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). * Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa
Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>palmata</i>					*			
Agariciidae	<i>Agaricia</i>	<i>agaricites</i>				*	E	*		
Astrocoeniinae	<i>Stephanocoenia</i>	<i>mechelinii</i>				*				
Faviidae	<i>Manicina</i>	<i>areolata</i>					*			
	<i>Montastraea</i>	<i>cavernosa</i>					*			
	<i>Orbicella</i>	<i>annularis</i>				*				
	<i>Pseudodiploria</i>	<i>clivosa</i>				*				
		<i>strigosa</i>					*			
Meandrinidae	<i>Dichocoenia</i>	<i>stokesii</i>				*	*			
Pocilloporidae	<i>Madracis</i>	<i>decactis</i>					*			
Poritidae	<i>Porites</i>	<i>astreoides</i>		D	*	D	A	*	D	
		<i>divaricata</i>						D		
		<i>porites</i>		D		D				
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>radians</i>	D	D	*	A	A	D		
		<i>sideraea</i>	*			*	D			
HIDROCORALES										
Milleporidae	<i>Millepora</i>	<i>alcicornis</i>	*			A	E			
		<i>complanata</i>			*	C	D			
No. de especies			1	3	0	5	6	2	1	0

⁴ Especies incluidas en la modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010; publicado en DOF:14/11/2019.

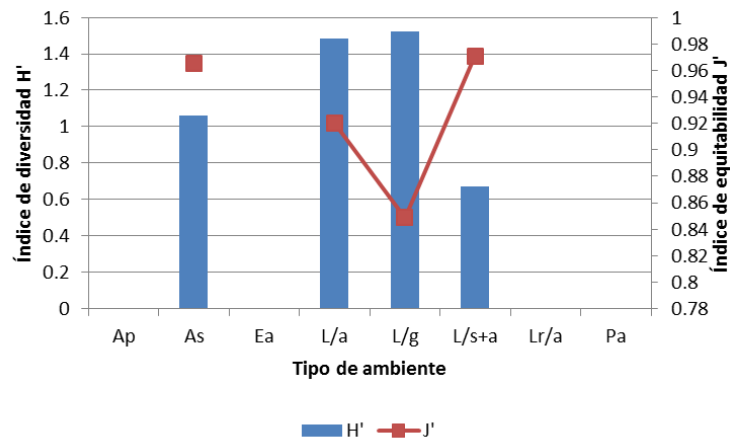
Abundancia y riqueza específica: En el ambiente L/g se registró la mayor cobertura con 0.4% de tejido coralino, en este mismo ambiente también se registró la mayor riqueza con un total de seis especies. Seguido por el ambiente L/s+a con una cobertura coralina del 0.27% aportado por dos especies, y por el ambiente As con una cobertura de 0.21% con una riqueza de tres especies de coral. Los valores más bajos para estas variables se registraron en los ambientes Lr/a y Ap con coberturas coralinas de 0.05% y 0.1% respectivamente, en ambos ambientes solo se registró una especie; en el ambiente Pa no se registró ninguna especie de coral, por lo tanto, la cobertura es del 0%. Para el ambiente Ea no se contaron con datos de cobertura, sin embargo, se obtuvieron valores de densidad de colonias con un resultado de 0.6 col/m² (Figura 4. 71).

Figura 4. 71. Abundancia y riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto.



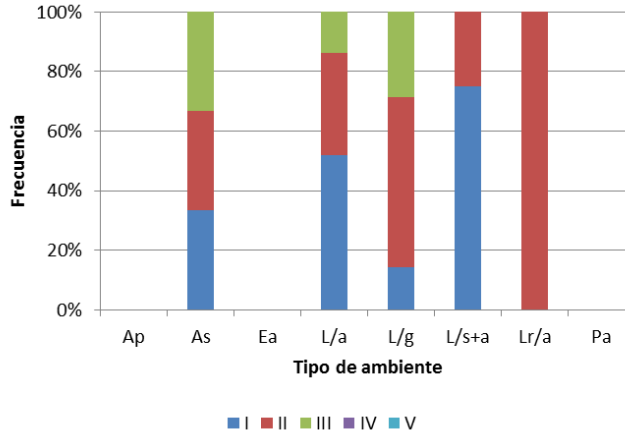
Diversidad y equitabilidad: Los valores más altos del índice de diversidad (H') se registraron en el ambiente L/g con un valor de $H'=1.52$, y en el ambiente L/a con valor de $H'=1.48$; en estos ambientes también se registraron los valores más bajo del índice de equitabilidad, L/g con un valor de $J'=0.85$ y L/a $J'=0.92$. Mientras que los valores más altos de equitabilidad (J') se registraron en los ambientes L/s+a y As con valores de 0.97 y 0.96 respectivamente y los valores de diversidad para estos ambientes de $H'=1.06$ para el ambiente As y de $H'=0.67$ para L/s+a (Figura 4. 72).

Figura 4. 72. Diversidad de CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



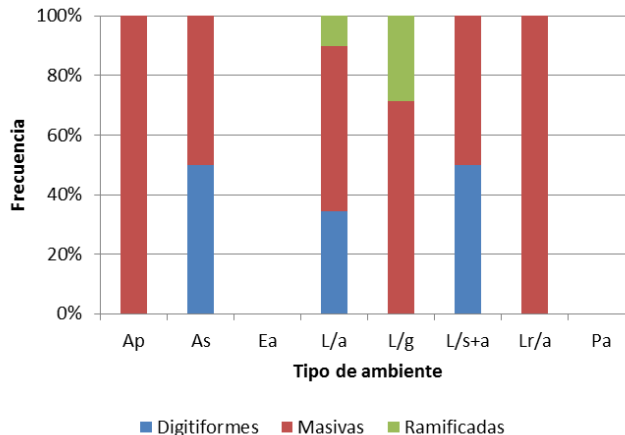
Estructura de tallas: Se registraron tres categorías de tamaños de colonias coralinas, el espectro completo se registró en los ambientes As, L/a y L/g. En el ambiente As las tres categorías de tamaño mostraron la misma proporción, por el contrario, en el ambiente L/a las colonias pequeñas categoría I fueron las dominantes, mientras que en el ambiente L/g las colonias categoría II dominaron. Por otro en el ambiente L/s+a solo se observaron colonias categoría I y II, dominando las primeras con una frecuencia de registro del 75%, finalmente en el ambiente Lr/a solo se observaron colonias de categoría II (Figura 4. 73).

Figura 4. 73. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V> 40 cm de diámetro.



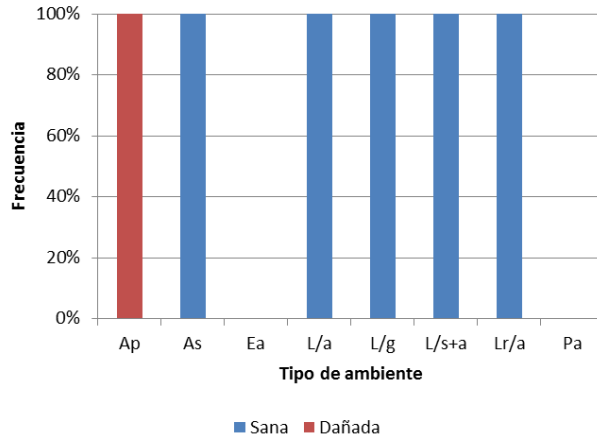
Formas de crecimiento: Se observaron tres formas de crecimiento coralino, digitiformes, masivas y ramificadas. En los ambientes Ap y Lr/a solo se observaron corales con formas de crecimiento masivo, mientras que en los ambientes As y L/s+a las formas digitiformes y masivas se encontraron con la misma proporción cada una aportando el 50%. En el ambiente L/g se observaron corales ramificados y masivos siendo estos últimos los dominantes, finalmente en el ambiente L/a se observaron las tres formas de crecimiento dominando las de tipo masivo con un aporte del 55.2%, seguidas por las digitiformes con 34.5% y en menor frecuencia las de tipo ramificado 10.3% (Figura 4. 74).

Figura 4. 74. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.



Condiciones del organismo: En el ambiente Ap las tres colonias registradas presentaron afectación en el tejido (mortalidad de tejido), siendo este único ambiente donde se observaron colonias dañadas (Figura 4. 75).

Figura 4. 75. Condición del organismo para CORALES ESCLERACTINIOS para el SAR del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = Mortalidad parcial.



Gorgonáceos (corales blandos)

Distribución y composición de especies: En el Área de Estudio se registró un total de 18 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 10 géneros y 3 familias. En el ambiente L/g se registraron 17 de las 18 especies presentes. Se muestrearon un total de 358 individuos en los ocho ambientes establecidos para el proyecto.

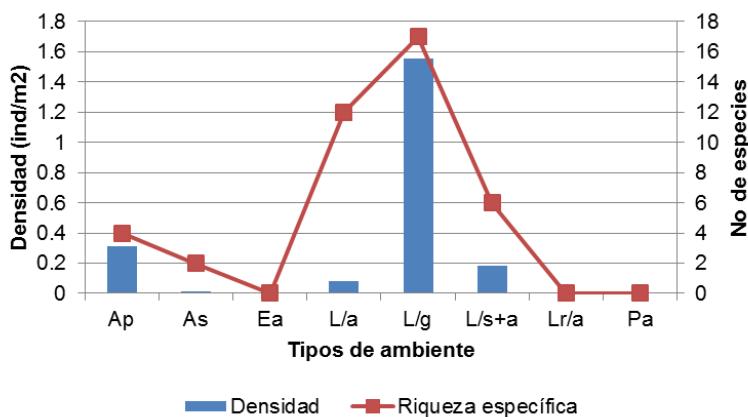
La especie con mayor dominancia fue *Pterogorgia anceps*, la cual se encontró distribuida en todos los ambientes del área de estudio en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una de ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4. 14).

Tabla 4. 14. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa
Briareidae	<i>Briareum</i>	<i>asbestinum</i>					R			
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>				A	D	C		
		<i>mariae</i>	C			A	R			
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>acerosa</i>				E				
		<i>americana</i>		D		A	A			
	<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>	D	D		A	E	A		
		<i>citrina</i>				A	E	D		
<i>guadalupensis</i>		R				E	A			
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>calyculata</i>				E	C			
		<i>fusca</i>					R			
		<i>mammosa</i>				C	A	A		
		<i>tourneforti</i>				E	E			
	<i>Muricea</i>	<i>muricata</i>					R			
	<i>Muriceopsis</i>	<i>flavida</i>	C			E	A			
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>					E	A		
		<i>homomalla</i>					E			
	<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>				E	E			
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>porosa</i>				R	R			
No de especies			4	2	0	12	17	6	0	0

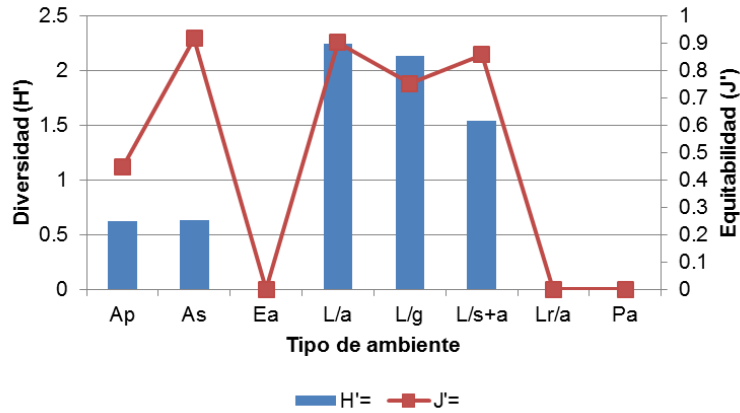
Abundancia y riqueza específica: La densidad más alta se encontró en el ambiente L/g, con 1.55 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en los ambientes Ea, Lr/a y Pa con 0 ind/ m². En relación a la riqueza específica, también se observó la cifra más alta en el ambiente L/g, con 17. Por el contrario, como en el caso de la densidad, los números más bajos en términos de riqueza específica se obtuvieron también en los ambientes Ea, Lr/a y Pa, debido a que no hubo registros (Figura 4. 76).

Figura 4. 76. Abundancia y riqueza específica de GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto.



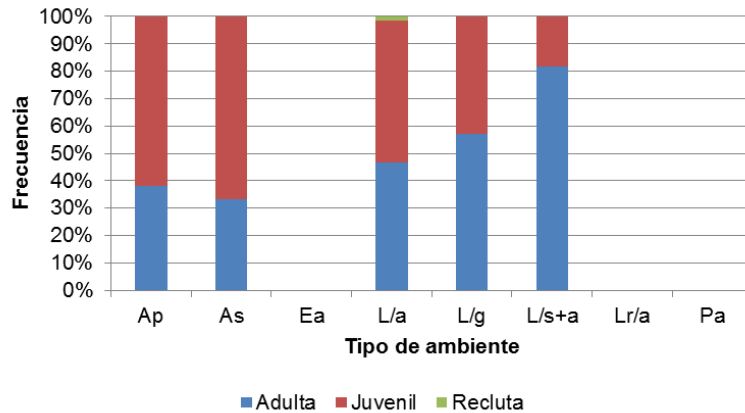
Diversidad y equitabilidad: En términos de diversidad, los valores más altos se registraron en el ambiente L/a, con 2.24. Por el contrario, los ambientes menos diversos fueron Ea, Lr/a y Pa, con un valor de 0. En lo que respecta a la equitabilidad, el valor más alto fue de 0.91. De igual manera que en el caso de la diversidad, la cifra más baja se obtuvo también en los ambientes Ea, Lr/a y Pa, debido a la falta de registros (Figura 4. 77).

Figura 4. 77. Diversidad de GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



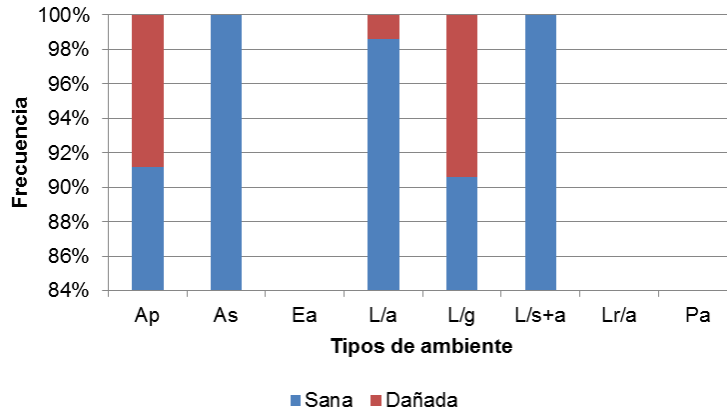
Estructura de tallas: La talla juvenil obtuvo frecuencias mayores al 50% en los ambientes Ap, As y L/a, mientras que la talla adulta registró valores inferiores. La dinámica se invirtió en los ambientes L/g y L/s+a, con el predominio de las tallas adultas. Solamente se registraron reclutas en el ambiente L/a, aunque con cifras de frecuencia muy bajas (Figura 4. 78).

Figura 4. 78. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto.



Condiciones del organismo: Se encontraron frecuencias de daños entre 8 y 9% del total de las colonias muestreadas, en los ambientes Ap y L/g. En el ambiente Lg fue muy baja, con aproximadamente 1% y finalmente no se detectó en los Ambientes As y L/s+a. Los daños registrados fueron el sobrecrecimiento de algas. No se encontraron organismos en los ambientes Ea, Lr/a y Pa. (Figura 4. 79).

Figura 4. 79. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para el SAR del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



Ictiofauna (peces arrecifales)

Distribución y composición de especies: Se registraron un total de 53 especies de peces, distribuidas en 34 géneros y 26 familias. Las especies mejor representadas en cuanto al número de ambientes en las que fueron observadas son *Halichoeres bivittatus* y *Thalassoma bifasciatum* ya que se observaron en cinco de los ocho sitios de muestreo, sin embargo esta última se consideró abundante en tres ambientes (As, L/a y L/g), dominante en L/s+a y escasa en Ea; por el contrario *Halichoeres bivittatus* se consideró escasa en Ap y L/a, abundante en L/a y dominante en L/s+a. La especies que se observaron solo en un ambiente y que se consideraron como raros debido al bajo número de observaciones fueron: *Apogon maculatus*, *Aulostomus maculatus*, *Botus lunatus*, *Chaetodon capistratus*, *Diodon holocantus*, *Haemulon chrysargyreum*, *Haemulon plumieri*, *Holocentrus adscensionis*, *Halichoeres garnoti*, *Halichoeres radiatus*, *Pseudopeneus maculatus*, *Pomacanthus arcuatus*, *Chromis cyanea*, *Stegastes fuscus*, *Stegastes leucostictus*, *Stegastes planifrons*, *Stegastes variabilis*, *Priacanthus arenatus*, *Ptereleotris helenae* y *Epinephelus fulvus* (Tabla 4. 15).

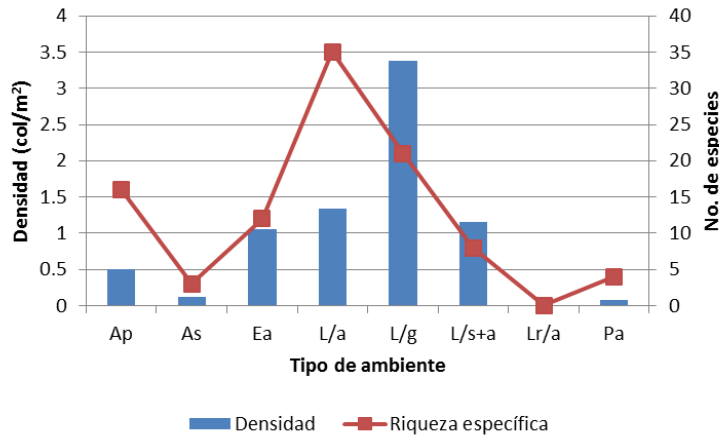
Tabla 4. 15. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>bahianus</i>			A	R				
		<i>chirurgus</i>				E	R	E		
		<i>coeruleus</i>			E	E	E	E		
Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>maculatus</i>					R			
Aulostomidae	<i>Aulostomus</i>	<i>maculatus</i>					R			
Balistidae	<i>Baliste</i>	<i>vetula</i>					*			
Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>lunatus</i>	R							
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>crysos</i>	E			E				
		<i>ruber</i>			E	R	R			
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>capistratus</i>				R				
		<i>ocellatus</i>	E			R		E		
		<i>striatus</i>				R	R			
Diodontidae	<i>Diodon</i>	<i>holocantus</i>	R							
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>							D	
Gobiidae	<i>Ctenogobius</i>	<i>saepepallens</i>	E							
Haemulidae	<i>Haemulon</i>	<i>carbonarium</i>				E				
		<i>chrysargyreum</i>	R							

Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa
		<i>flavolineatum</i>			D	E	R			
		<i>plumieri</i>				R				
Holocentridae	<i>Holocentrus</i>	<i>adxcensionis</i>			R					
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	E		C	A	E	D		
		<i>garnoti</i>					R			
		<i>radiatus</i>				R				
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>		A	E	A	A	D		
	<i>Xyrichtys</i>	<i>martinicensis</i>	E							
Labrisomidae	<i>Malacoctenus</i>	<i>triangulatus</i>				R	R			
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>analis</i>	E							D
		<i>apodus</i>								*
	<i>Ocyurus</i>	<i>chrysurus</i>	C			R				
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>				R				D
Ostraciidae	<i>Acanthostracion</i>	<i>polygonius</i>	E							
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>arcuatus</i>					R			
	<i>Pomacanthus</i>	<i>paru</i>				R	*			
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>		D	D	E		E		
	<i>Chromis</i>	<i>cyanea</i>				R				
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>		D	A	E	R			
		<i>fuscus</i>				R				
		<i>leucostictus</i>				R				
		<i>partitus</i>				C	E			
		<i>planifrons</i>				R				
		<i>variabilis</i>				R		E		
Priacanthidae	<i>Priacanthus</i>	<i>arenatus</i>				R				
Ptereleotridae	<i>Ptereleotris</i>	<i>helenae</i>	R							
Scaridae	<i>Nicholsina</i>	<i>usta</i>				R				D
	<i>Sparisoma</i>	<i>atomarium</i>	E							
		<i>aurofrenatum</i>				R	R			
		<i>radians</i>	E			R	R			
		<i>viride</i>			R	R	R			
Sciaenidae	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>			E	R	R	E		
Serranidae	<i>Epinephelus</i>	<i>fulvus</i>				R				
	<i>Serranus</i>	<i>tigrinus</i>				R	R			
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>	D		A	D	D			
Urotrygonidae	<i>Urobatis</i>	<i>jamaicensis</i>	R				R			
No. de especies			16	3	12	35	21	8	0	4

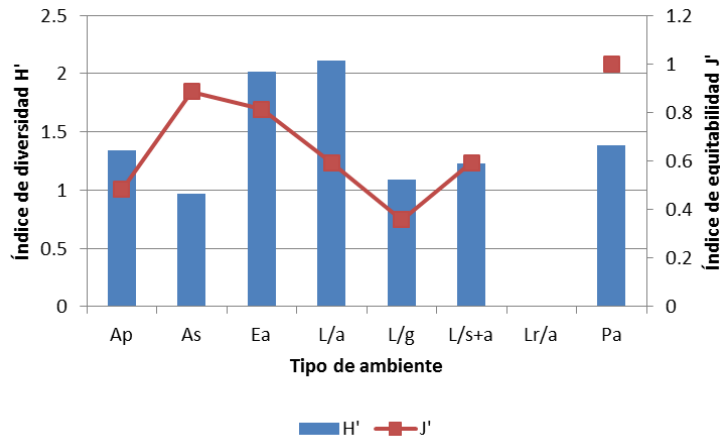
Abundancia y riqueza específica: La mayor densidad de peces se registró en el ambiente L/g con 3.38 ind/m² con 21 especies presentes, el ambiente con mayor riqueza fue L/a con 35 especies y se observó una densidad de 1.34 ind/m². Los sitios en donde se observaron los valores más bajos para ambas variables fue en los ambientes As y Pa, en As la densidad fue de 0.13 ind/m² con la presencia de tres especies, mientras que en Pa la densidad fue de 0.08 ind/m² y cuatro especies presentes. El único ambiente en el que no se observaron peces fue en Lr/a (Figura 4. 80).

Figura 4. 80. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para el SAR del P.



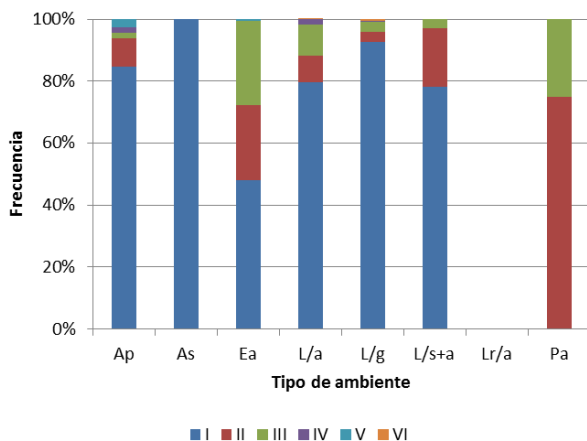
Diversidad y equitabilidad: El valor más alto de diversidad se observó en el ambiente L/a con un valor de $H' = 2.11$ y una equitabilidad de $J' = 0.59$, seguido por el ambiente Ea con un valor de $H' = 2.02$ y equitabilidad de $J' = 0.81$, El valor más alto de equitabilidad se presentó en el ambiente Pa, $J' = 1$ y con una diversidad de $H' = 1.39$, seguido del ambiente As con un valor de $J' = 0.89$, en este ambiente la diversidad fue la más baja con un valor de $H' = 0.97$, el ambiente con el valor más bajo fue L/g con un valor de $J' = 0.36$ (Figura 4. 81).

Figura 4. 81. Diversidad de PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



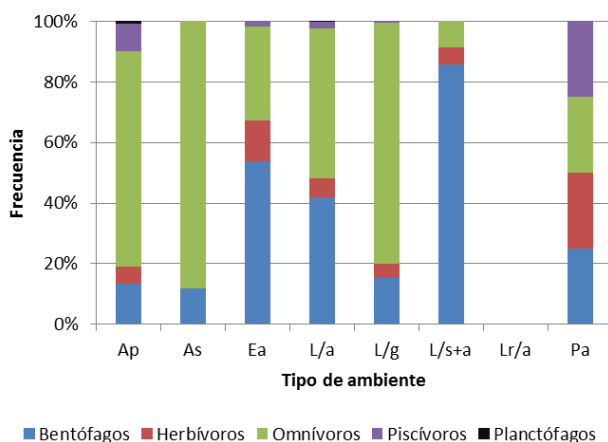
Estructura de tallas: Los peces se agruparon en seis categorías de tamaño. En el ambiente L/g se registró todo el espectro de tamaños, sin embargo la categoría I dominó con una frecuencia de 92.7%, en los ambientes Ap y L/a se registraron cinco de las seis categorías, de igual manera dominaron los peces pequeños con el 84.7% y el 79.8% respectivamente, en L/a la frecuencia más baja corresponde a los peces más grandes representados apenas con una frecuencia de 0.08%. En el ambiente As solo se observó la categoría I, por el contrario el único ambiente en el que no dominó la categoría I fue en Pa ya que solo se registraron dos categorías, siendo la categoría II la dominante. (Figura 4. 82).

Figura 4. 82. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.



Grupos funcionales: En total se registraron cinco grupos tróficos, en los ambientes Ap y L/a se observó el espectro completo, siendo los omnívoros los que presentaron mayor frecuencia, 71.2% y 49.4% respectivamente, y los planctófagos los menos representados con una frecuencia de aparición menor al 1% en ambos casos. En los ambientes Ea y L/s+a el grupo trófico dominante fue el de los bentófagos con el 53.8% y el 85.5%. Finalmente, en el ambiente Pa los 4 grupos observados se presentaron en la misma proporción, todos con una frecuencia del 25% (Figura 4. 83).

Figura 4. 83. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para el SAR del Proyecto.



Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

Distribución y composición de especies: Se registró un total de 58 especies, distribuidas en 33 géneros y 5 divisiones. Las especies con mayor distribución en todos los ambientes son *Rhipocephalus phoenix* y las de los géneros *Halimeda* spp. y *Penicillus* spp., ya que se encuentran con una abundancia importante en la mayoría de los ambientes. Todas estas especies son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, y son muy abundantes en los ambientes con presencia de sedimentos. En el caso del ambiente de Pastizal se observa dominancia del pasto marino de la especie *Syringodium fiiforme*. En cuanto a las algas cafés, la especie *Padina* sp. es dominante en el ambiente Laja rugosa con algas, y las algas rojas tienen presencia de especies del género *Laurencia* sp., en varios de los ambientes. Mientras que los ambientes de arenales, tanto profundo como somero, la presencia de macroalgas es escasa, encontrando principalmente las especies de algas verdes calcáreas con crecimiento erecto que son comunes para la mayoría de los ambientes (Tabla 4. 16).

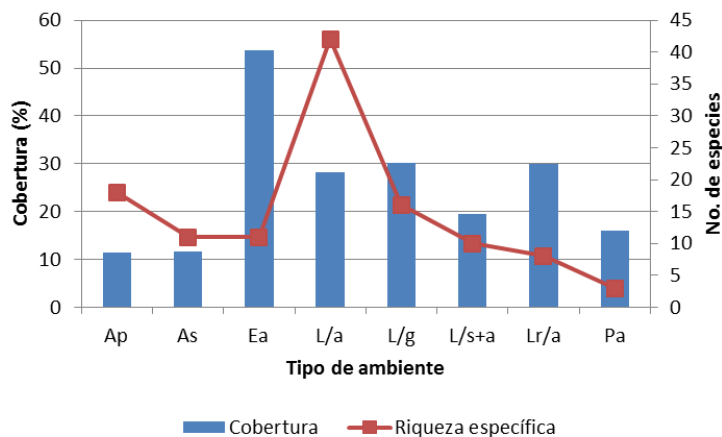
Tabla 4. 16. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Phylum	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa
Chlorophyta	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>	C			C	A	E		
	<i>Caulerpa</i>	<i>cupressoides</i>				R				
		<i>paspaloides</i>		E		R	E	E		C
		<i>prolifera</i>		C						C
		<i>verticillata</i>				E				
		<i>Cladophora</i>	<i>sp.</i>				E			
	<i>Dasycladus</i>	<i>vermicularis</i>				R				
	<i>Derbesia</i>	<i>marina</i>				R				
		<i>sp.</i>			C	E				
	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>cavernosa</i>				R				
	<i>Enteromorpha</i>	<i>sp.</i>						D		
	<i>Halimeda</i>	<i>gracilis</i>	E			R				
		<i>incrassata</i>	E	E		R	R			
		<i>lacrimosa</i>					R			
		<i>opuntia</i>		C	E	C	E	A	E	
		<i>scabra</i>				R				
		<i>tuna</i>		C	E	C	E	C		
	<i>Penicillus</i>	<i>capitatus</i>		C		R				
		<i>dumetosus</i>	E			E	E		R	
		<i>longicaulis</i>				R				
		<i>pyriformis</i>	C	A		R	E			A
	<i>Rhipocephalus</i>	<i>dumetosus</i>	E							
		<i>phoenix</i>	D		E	D	D	C		
	<i>Udotea</i>	<i>cyathiformis</i>					E			
		<i>fibrosa</i>	A			E	E		R	
		<i>flabellum</i>					E			
		<i>occidentalis</i>				R				
<i>spinulosa</i>		E			E					
<i>wilsonii</i>						R				
<i>Valonia</i>	<i>macrophysa</i>				R					
Phaeophyta	<i>Dictyota</i>	<i>bartayresiana</i>	E							
		<i>crenulata</i>			C	C				
		<i>crispata</i>				E		A		
		<i>menstrualis</i>				R				
		<i>pulchella</i>		E	C	E				
	<i>Padina</i>	<i>sp.</i>			C	R		A	D	
<i>Sargassum</i>	<i>fluitans</i>	E								

Phylum	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa	
Rhodophyta	<i>Acanthophora</i>	<i>spicifera</i>	E	E		E					
	<i>Amphiroa</i>	<i>fragilissima</i>				E	R				
		<i>rigida</i>				R					
		<i>spicifera</i>	C								
	<i>Bostrychia</i>	<i>tenella</i>				R					
	<i>Bryothamnion</i>	<i>triquetrum</i>			A						
	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>	C								
	<i>Galaxaura</i>	<i>sp.</i>				R					
	<i>Heterosiphonia</i>	<i>gibbesii</i>	R			R			A		
	<i>Hydrolithon</i>	<i>boerguesenii</i>			A	R					
	<i>Hypnea</i>	<i>cervicornis</i>				E					
	<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>	E		D	C				A	
		<i>poiteaui</i>	C	E		E	E	C			
	<i>Liagora</i>	<i>sp.</i>				R		E	C		
<i>Porolithon</i>	<i>pachydermum</i>			A							
Magnoliophyta	<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	E								
	<i>Syringodium</i>	<i>filiforme</i>								D	
	<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>		E							
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>				E	A				
	<i>Styopodium</i>	<i>zonale</i>				R					
	<i>Symploca</i>	<i>hydroides</i>				R					
No. de especies			18	11	11	42	16	10	8	3	

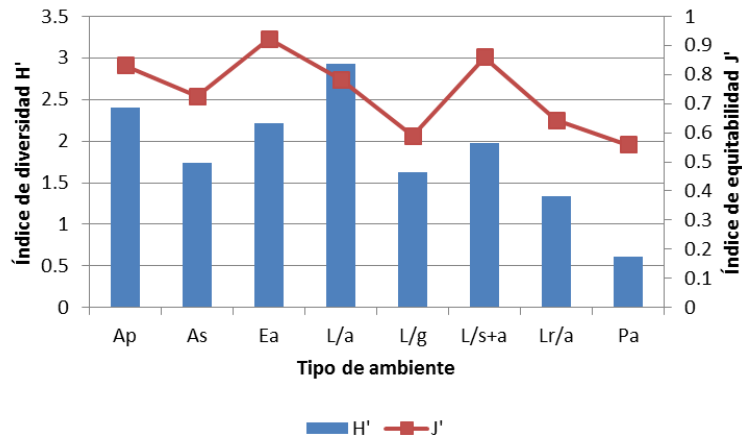
Abundancia y riqueza específica: La cobertura de macroalgas en el área de estudio es muy variable, en función del tipo de ambiente. Los ambientes de arenal, tanto somero como profundo (Ap, As), son los que tienen menor cobertura, con valores alrededor del 10%, y un número de especies medio de 18 y 11 respectivamente. El ambiente que se definió como Estructura artificial es donde se estimó la mayor cobertura de algas, siendo mayor al 50%, con un número de especies medio de 11 especies. Los ambientes que tienen sustrato duro, como son Laja con algas, laja con gorgonáceos, laja con sedimento y algas, y laja rugosa con algas tienen valores de cobertura de algas entre 20 y 30%, con un número de especies muy alto en el sustrato de Laja con algas, por lo extenso de este ambiente, y entre 8 y 16 especies en el resto de los ambientes. Finalmente, el ambiente de Pastizal tiene una cobertura de algas del 16% t solamente 3 especies presentes, una de pasto marino y solo 2 de algas verdes (Figura 4. 84).

Figura 4. 84. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto.



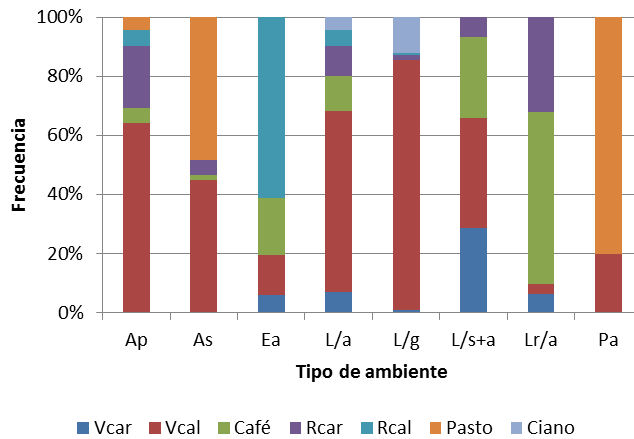
Diversidad y equitabilidad: La diversidad de algas varía de 0.61 a 2.92 en los diferentes ambientes del SAR. Los valores de diversidad más altos se registraron en el ambiente Laja con algas (La), seguido del Arenal profundo (Ap); con el valor de diversidad más bajo en el ambiente del Pastizal, debido a la dominancia de la especie de pasto marino *Syringodium filiforme*. Los valores de equitabilidad mostraron una variación de 0.56 a 0.92 (Figura 4. 85).

Figura 4. 85. Diversidad de VEGETACION MARINA para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



Grupos funcionales: Los diferentes ambientes que se reconocieron dentro del polígono del SAR tienen una proporción de los grupos morfofuncionales característico para cada uno. En los ambientes de Arenal se tiene una dominancia de algas verdes calcáreas, en asociación con algas rojas carnosas en el arenal profundo, y con pasto marino en el arenal somero. El ambiente de las Estructuras artificiales tiene dominancia de algas rojas calcáreas debido a la especie incrustante *Hydrolithon boerguesenii*. Los ambientes de laja tienen alta presencia de algas verdes calcáreas, sobre todo los de Laja con algas y laja con gorgonáceos; mientras que el ambiente de laja con sedimentos y algas presenta una distribución similar entre las algas verdes carnosas, las verdes calcáreas y las algas cafés. En cambio, el ambiente de Laja rugosa con algas tiene mayor abundancia de algas rojas, seguida de algas rojas carnosas. Por su parte, el ambiente definido pastizal tiene una dominancia evidente de pastos marinos (Figura 4. 86).

Figura 4. 86. Grupos taxonómicos para VEGETACIÓN MARINA para el SAR del Proyecto. Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias.



Invertebrados

Distribución y composición específica: Se registraron 8 grupos de invertebrados en los ocho ambientes de esta sección, siendo estos anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos. Se registró un total de 34 especies de invertebrados, pertenecientes a 28 géneros y 27 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 14 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies de invertebrados fue L/a, con una cantidad de 29 (Tabla 4. 17).

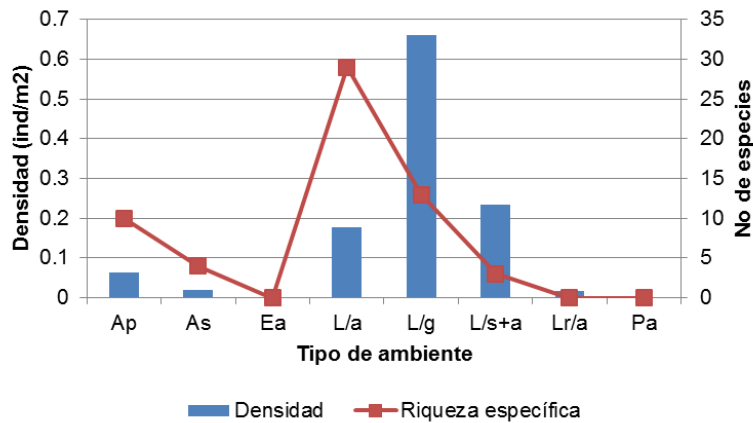
Tabla 4. 17. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el SAR del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Grupo	Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa	
Anélido	Amphinomidae	<i>Hermodice</i>	<i>carunculata</i>		D		E		A			
	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>				R					
Anémona	Actiniidae	<i>Condylactis</i>	<i>gigantea</i>				R					
	Stichodactylidae	<i>Stichodactyla</i>	<i>helianthus</i>					E				
Coralimorfo	Ricordeidae	<i>Ricordea</i>	<i>florida</i>				R	E				
Crustáceo	Coenobitidae	<i>Coenobita</i>	<i>sp</i>	C								
	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>				R					
	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>	D			E					
	Palaemonidae	<i>Periclimenes</i>	<i>yucatanicus</i>				R	E				
	Palinuridae	<i>Panulirus</i>	<i>argus</i>				R					
Equinodermo	Cidaridae	<i>Eucidaris</i>	<i>tribuloides</i>				E					
	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>				E					
	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>viridis</i>				A					
	Mellitidae	<i>Mellita</i>	<i>quinqüesperforata</i>	C								
			<i>sexiesperforata</i>	C								
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>		D		E					
Esponja	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>cauliformis</i>	C			E	E				
			<i>fistularis</i>				E	C				
			<i>fulva</i>	C	D		E	D				
	Axinellidae	<i>Ptilocaulis</i>	<i>sp</i>				R	E				
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>				E					
	Clionidae	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>				E					
			<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>				A				

Grupo	Familia	Género	Especie	Ap	As	Ea	L/a	L/g	L/s+a	Lr/a	Pa	
	Crambeidae	<i>Monanchora</i>	<i>sp</i>				E					
	Desmacididae	<i>Desmapsamma</i>	<i>anchorata</i>	C			E					
	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>etheria</i>				A	E				
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>campana</i>				C	E	C			
			<i>felix</i>				E	C	D			
			<i>strobilina</i>				A	E				
Pseudoceratinidae	<i>Pseudoceratina</i>	<i>crassa</i>				E	E					
Molusco	Ranellidae	<i>Charonia</i>	<i>variegata</i>	C			R					
	Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>costatus</i>	C			R					
			<i>gigas</i>	D	D							
Zoántido	Sphenopidae	<i>Palythoa</i>	<i>caribaeorum</i>				E	E				
No de especies				10	4	0	29	13	3	0	0	

Abundancia y riqueza específica: Los valores más altos de densidad se registraron en el ambiente L/g, con 0.66 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en los ambientes Ea, Lr/a y Pa con 0 ind/m². Con respecto a la riqueza específica, se observó la cifra más alta en el ambiente L/a, con 29. De igual forma que con la densidad, la cifra más baja en términos de riqueza específica se registró en Ea, Lr/a y Pa (Figura 4. 87).

Figura 4. 87. Abundancia y riqueza específica de INVERTEBRADOS para el SAR del Proyecto Desarrollo Turístico Secrets Moxche.



- Área de Estudio

Escleractinios (corales duros)

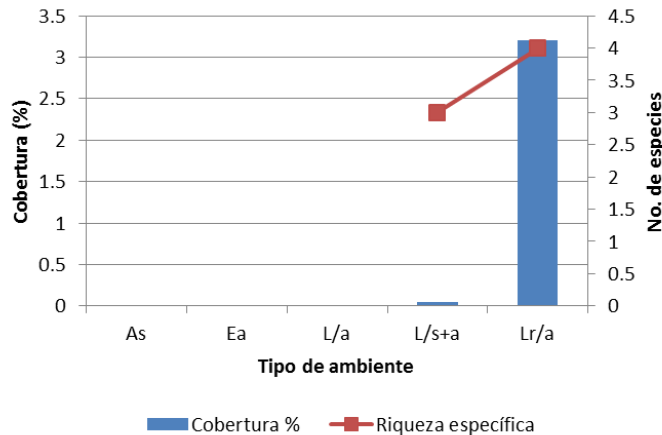
Distribución y composición de especies: En esta zona se observaron en total 9 especies de corales distribuidos en seis géneros y seis familias. De los cinco ambientes identificados para la zona únicamente en L/s+a y Lr/a se registraron corales. *Porites astreoides* fue la especie dominante en ambos. Las especies que se observaron fuera de los transectos de muestreo fueron: *Agaricia agaricites*, *Diploria strigosa*, *Dichocoenia stokesii*, *Siderastrea siderea* y *Millepora complanata*. (Tabla 4. 18).

Tabla 4. 18. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el AE del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%). * Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
Agariciidae	Agaricia	agaricites				*	
Faviidae	Pseudodiploria	clivosa				*	C
		strigosa				*	
Meandrinidae	Dichocoenia	stokesii				A	*
Poritidae	Porites	astreoides		*		D	D
		porites	*	*		D	A
Siderastreaeidae	Siderastrea	radians	*	*		*	C
		sideraea					*
HIDROCORALES							
Milleporidae	Millepora	complanata		*			
No. de especies			0	0	0	3	4

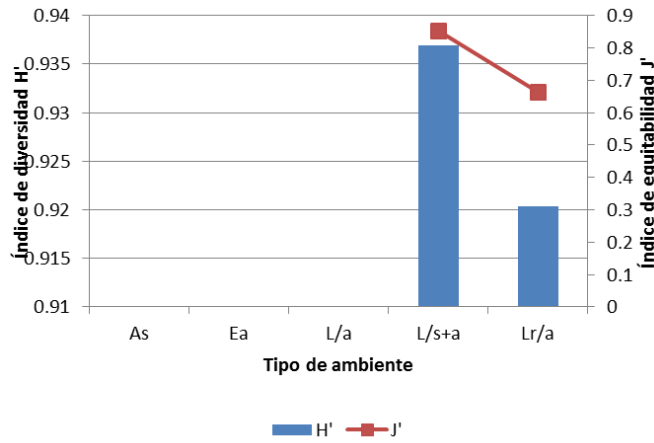
Abundancia y riqueza específica: En el ambiente Lr/a se presentó la mayor riqueza con un total de cuatro especies de corales y se observó 3.2% de cobertura coralina viva, mientras que en el ambiente L/s+a la cobertura coralina fue de 0.02% aportada por tres especies. Para el ambiente de Ea no se contó con datos de cobertura, si no de densidad de colonias, teniendo un valor de 0.3 col/m² (Figura 4. 88).

Figura 4. 88. Abundancia y Riqueza específica de CORALES ESCLERACTINIOS para el AE del Proyecto.



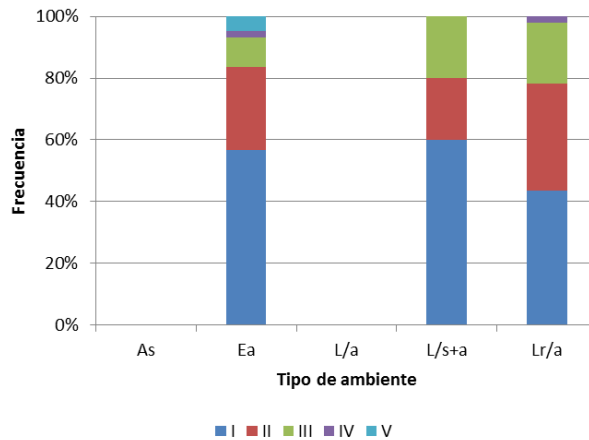
Diversidad y equitabilidad: El ambiente L/s+a fue el que tuvo los valores más altos para el índice de diversidad y de equitabilidad con valores de $H' = 0.93$ y $J' = 0.85$, por otro lado, el ambiente Lr/a mostró una diversidad de $H' = 0.92$ y la equitabilidad tuvo un valor de $J' = 0.66$ (Figura 4. 89).

Figura 4. 89. Diversidad de CORALES ESCLERACTINIOS en el AE para el SAR del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



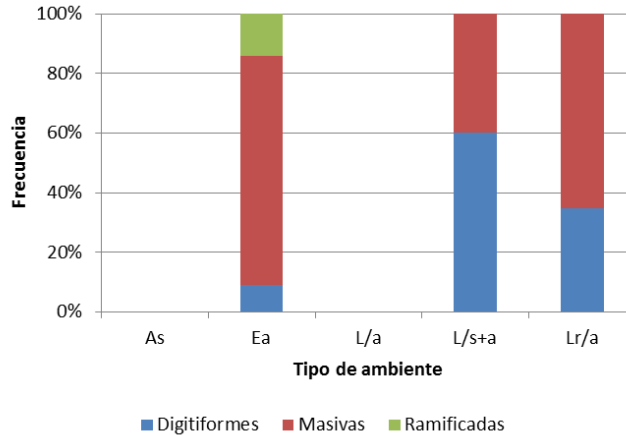
Estructura de tallas: Las colonias se clasificaron en cinco categorías de tamaño. Para este análisis se consideraron las colonias de coral registradas fuera del transecto en el ambiente Ea, siendo el único en el que se observaron todas las categorías de tamaño, siendo las colonias más pequeñas las que se encuentran en mayor proporción sobre el resto de las categorías, con una frecuencia de 56.7%, mientras que las colonias de la categoría IV tienen la menor frecuencia de aparición (1.83%). De igual forma ocurrió en el ambiente Lr/a las colonias de la categoría I dominaron con un 43.5%, seguidas por las colonias de la categoría II con 34.8% y en menor cantidad las categorías III y IV. Por último, en el ambiente L/s+a de igual manera dominaron las colonias de menor tamaño (60%), y las dos categorías subsecuentes (II y III) se presentaron en la misma proporción con una frecuencia del 20% cada una (Figura 4. 90).

Figura 4. 90. Estructura de tallas para CORALES ESCLERACTINIOS para el AE del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-40 cm, V > 40 cm de diámetro.



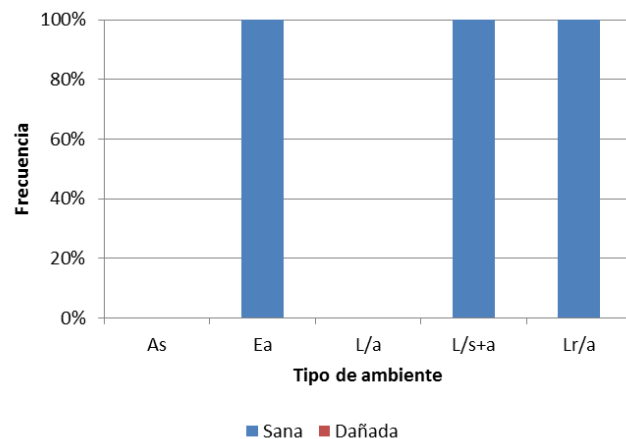
Formas de crecimiento: En esta área se observaron tres formas de crecimiento. Para este análisis se consideraron las colonias de coral registradas fuera del transecto en el ambiente Ea, siendo el único en el que se observó todo el espectro, los corales con crecimiento masivo dominaron con una frecuencia del 76.83%, seguido por los corales de tipo ramificado y en menor proporción los de tipo digitiforme. En el caso del ambiente L/s+a los corales digitiformes dominaron sobre los de tipo masivo con frecuencias de 60% y 40% respectivamente; caso contrario ocurrió en el ambiente Lr/a en donde los corales masivos dominaron con un 65.22% (Figura 4. 91).

Figura 4. 91. Formas de crecimiento para CORALES ESCLERACTINIOS para el AE del Proyecto. Dig=Digitiforme, Inc=Incrustante, Mas=Masiva, Ram=Ramificado.



Condiciones del organismo: No se registraron colonias con afectación de tejido (Figura 4. 92).

Figura 4. 92. Condición del organismo para CORALES ESCLERACTINIOS para el AE del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = Mortalidad parcial.



Gorgonáceos (corales blandos)

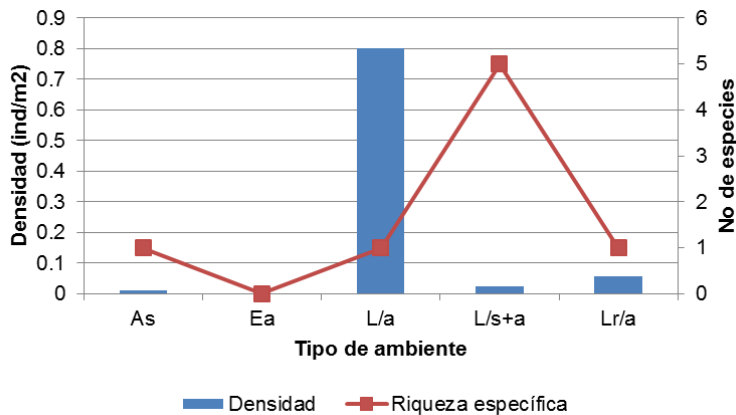
Distribución y composición de especies: En el Área de Estudio se registró un total de 6 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 4 géneros y 2 familias. El ambiente L/s+a, fue donde se registró la mayor cantidad de especies, con 7. Se muestrearon un total de 30 individuos en los 5 ambientes establecidos para el proyecto. Las especies dominantes fueron *Gorgonia flabellum* y *Pterogorgia anceps*, las cuales se encontraron distribuidas en 2 de los ambientes del área de estudio, en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4. 19).

Tabla 4. 19. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el AE del Proyecto.
D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>				D	D
	<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>			D	D	
		<i>citrina</i>				A	
		<i>guadalupensis</i>				A	
Plexauridae	<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>	D				
	<i>Pseudoplexaura</i>	<i>porosa</i>				A	
No de especies			1	0	1	5	1

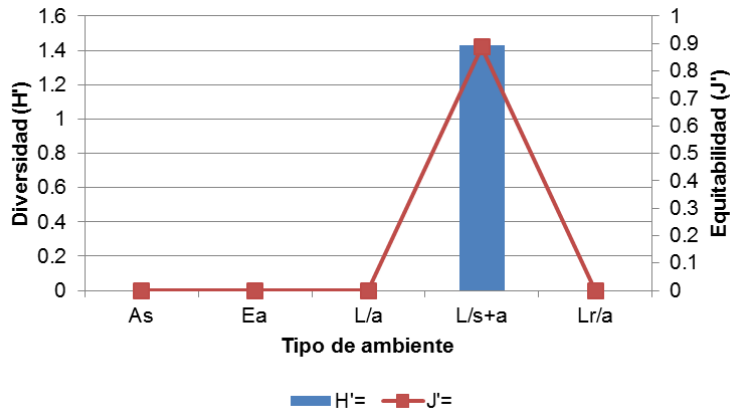
Abundancia y riqueza específica: La densidad más alta se encontró en el ambiente L/a, con 0.8 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en el ambiente Ea, debido a que no hubo registros. En relación a la riqueza específica, se observó la cifra más alta en el ambiente L/s+a, con 8. Por el contrario, como en el caso de la densidad, los números más bajos en términos de riqueza específica se obtuvieron también en el ambiente Ea, debido a que no hubo registros (Figura 4. 93).

Figura 4. 93. Abundancia y riqueza específica de GORGONÁCEOS para el AE del Proyecto.



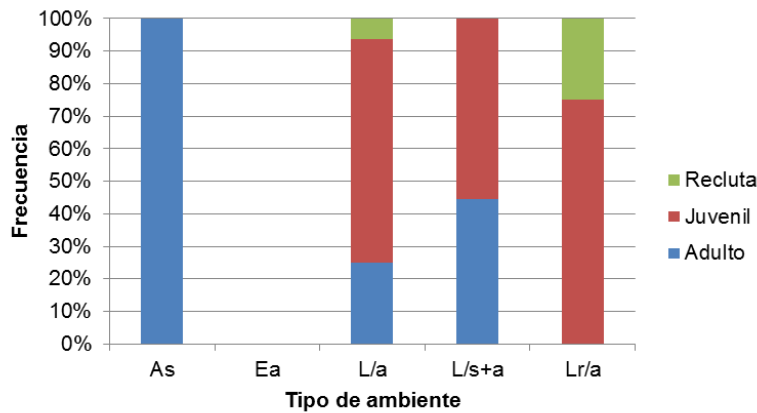
Diversidad y equitabilidad: Tanto en términos de diversidad como en equitabilidad, dentro del banco de arena, los valores más altos se registraron en el ambiente L/s+a. En el caso de la diversidad, se encontró un valor de 1.42. Los ambientes menos diversos fueron As, Ea, L/a y Lr/a, con un valor de 0. En lo que respecta a la equitabilidad, el valor más alto fue de 1.42, en el ambiente L/s+a. Como ya se mencionaba, la cifra más baja se obtuvo en los ambientes As, Ea, L/a y Lr/a, debido a la falta de registros (Figura 4. 94).

Figura 4. 94. Diversidad de GORGONÁCEOS para el AE del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



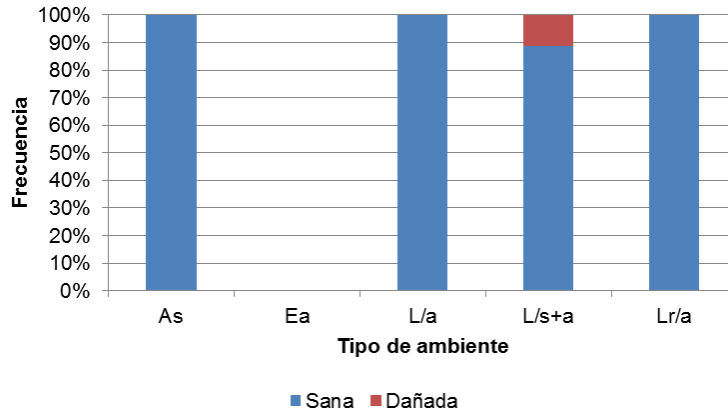
Estructura de tallas: La mayor cantidad de tallas se encontró en el ambiente L/a, con 3. En los ambientes restantes solamente se encontraron representadas 2 tallas (L/s+a y Lr/a) y solamente una talla en As. La talla juvenil fue la que tuvo la frecuencia más alta en los ambientes L/a, L/s+a y Lr/a, con más del 50% en cada caso. Se registraron reclutas en 2 de los ambientes, aunque en menor frecuencia que el resto de las tallas juvenil y adulta (Figura 4. 95).

Figura 4. 95. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para el AE del Proyecto.



Condiciones del organismo: En 4 de los ambientes del Área de Estudio se registraron gorgonáceos sanos con una frecuencia del 100%. Dichos ambientes fueron As, L/a y Lr/a, mientras que solamente se encontraron colonias dañadas en el ambiente L/s+a, con una frecuencia del 11%. Los daños registrados fueron el sobrecrecimiento de algas (Figura 4. 96).

Figura 4. 96. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para el AE del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



Ictiofauna (Peces arrecifales)

Distribución y composición de especies: En total se registraron 37 especies de peces, las cuales están distribuidas en 19 géneros y 16 familias. Las especies *Halichoeres bivittatus* y *Stegastes diencaeus* fueron la únicas que se registraron en los cinco ambientes, la primera se consideró dominante en tres de ellos As, L/a y L/s+r, por su parte *Stegastes diencaeus* solo se consideró dominante en dos de ellos Ea y L/a. Las especies que solo se encontraron en un ambiente y que se registraron bajo el status de raras por su poca abundancia fueron: *Caranx ruber*, *Chaetodon ocellatus*, *Chaetodon striatus*, *Himantura schmardae*, *Gerres cinereus*, *Halichoeres garnoti*, *Halichoeres maculipina*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus apodus*, *Lutjanus mahogoni*, *Pomacanthus paru*, *Scarus taeniopterus*, *Sparisoma radians* y *Urobatis jamaicensis* (Tabla 4. 20).

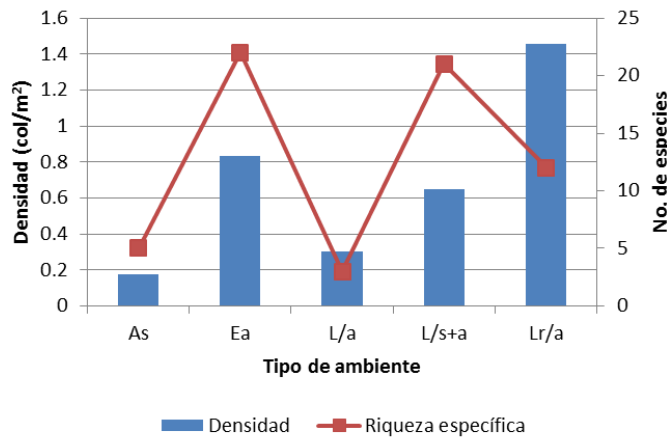
Tabla 4. 20. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el AE del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>chirurgus</i>		E		E	
		<i>coeruleus</i>		R		C	
Carangidae	<i>Caranx</i>	<i>crysos</i>	*				
		<i>ruber</i>		R			
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>ocellatus</i>				R	
		<i>striatus</i>				R	
Dasyatidae	<i>Himantura</i>	<i>schmardae</i>					R
Gerreidae	<i>Gerres</i>	<i>cinereus</i>		R			
Haemulidae	<i>Haemulon</i>	<i>carbonarium</i>		E			D
		<i>flavolineatum</i>		C		A	E
		<i>plumieri</i>			A	R	
		<i>striatum</i>		E			
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>sectatrix</i>		C			
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>	D	E	D	D	A
		<i>garnoti</i>				R	
		<i>maculupina</i>				R	
		<i>poeyi</i>	A	R			
		<i>radiatus</i>	C	R		R	
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>		C		C	D
		<i>analis</i>				R	
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i>	<i>apodus</i>		R			
		<i>mahogoni</i>				R	

Familia	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>moringa</i>				*	
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus</i>	<i>paru</i>		R			
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxatilis</i>		A		A	A
		<i>adustus</i>					C
	<i>Stegastes</i>	<i>diencaeus</i>	A	D	D	E	C
		<i>fuscus</i>					E
		<i>partitus</i>				E	E
		<i>variabilis</i>		R		E	
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>taeniopterus</i>		R			
		<i>radians</i>					R
	<i>Sparisoma</i>	<i>rubripinne</i>		E		R	
		<i>viride</i>		E		R	
Sciaenidae	<i>Pareques</i>	<i>acuminatus</i>	A			R	
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>		R		E	R
Urotrygonidae	<i>Urobatis</i>	<i>jamaicensis</i>		R			
No. de especies			5	22	3	21	12

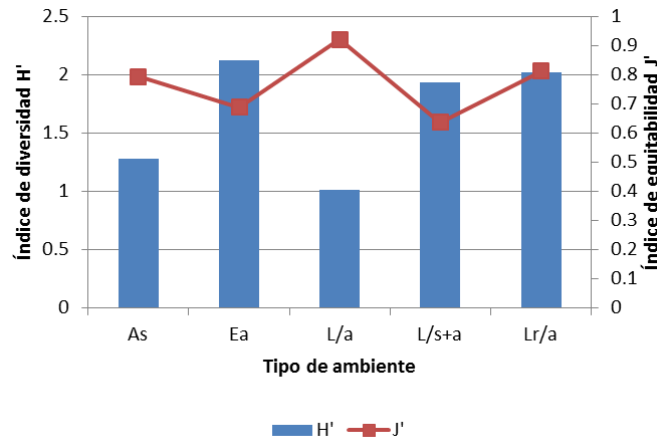
Abundancia y riqueza específica: En el ambiente L/r+a se registró la mayor densidad de peces 1.45 ind/m² aportado por 12 especies. En Ea se observó el mayor número de especies con un total de 22 y la densidad fue de 0.83 ind/m², los ambientes As y L/a mostraron los valores más bajos para ambas variables, en As la densidad fue de 0.17 ind/m² con cinco especies registradas, mientras que en L/a la densidad fue de 0.3 ind/m² aportado por tres especies (Figura 4. 97).

Figura 4. 97. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para el AE del Proyecto.



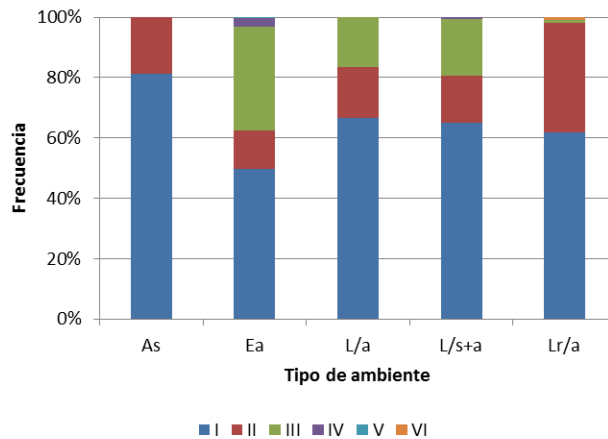
Diversidad y equitabilidad: Los valores más altos de diversidad se observaron en los ambientes Ea, Lr/a y L/s+a con valores de $H' = 2.18, 2.01$ y 1.93 respectivamente. Mientras que los valores de equitabilidad más altos corresponden a los ambientes L/a seguido de Lr/a, con valores de $J' = 0.92$ y 0.81 . El ambiente L/a también fue el que presentó el valor más bajo para el índice de diversidad $H' = 1.011$ (Figura 4. 98).

Figura 4. 98. Diversidad de PECES ARRECIFALES para el AE del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



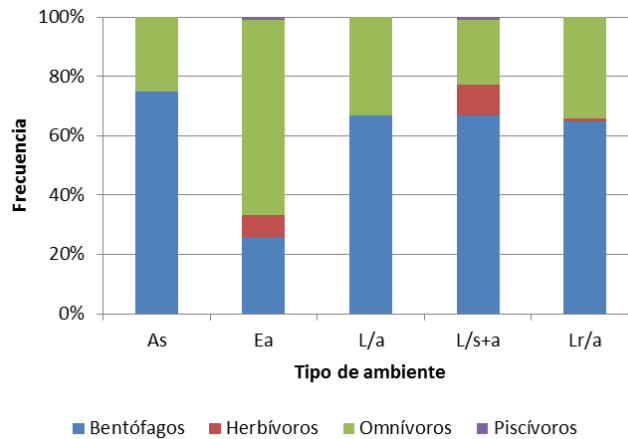
Estructura de tallas: Los peces se clasificaron en seis categorías de tamaño, el ambiente Ea fue en el que se observó la mayor cantidad de categorías del espectro, se registraron cinco de las seis categorías, los peces pequeños fueron los dominantes con una frecuencia del 49.78% y los de la categoría V fueron los de menor frecuencia con 0.22%. Tanto en el ambiente L/s+a y Lr/a, se registraron cuatro de las seis categorías, en los dos ambientes los peces de la categoría I fueron los dominantes, sin embargo, en el ambiente Lr/a fue el único en el que se registraron los peces más grandes de la categoría VI, pero con una frecuencia de aparición del 0.98%. En As solo se observaron peces pequeños de las categorías I y II con frecuencias de 81.5 y 18.75 respectivamente. Por último, en el ambiente L/a se observaron las categorías I, II y III, siendo los peces más pequeños los dominantes y los peces de las categorías II y III se encontraron en la misma proporción con frecuencias de 16.67% cada uno (Figura 4. 99).

Figura 4. 99. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el AE del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.



Grupos funcionales: En total se identificaron cuatro grupos tróficos. En los ambientes Ea y L/s+a se observaron los cuatro grupos, en Ea los omnívoros fueron los que dominaron (65.47%), mientras que en L/s+a fueron los bentófagos con una frecuencia del 66.67%. En los tres ambientes restantes As, L/a y Lr/a los peces bentófagos fueron los dominantes con frecuencias de 75%, 66.67% y 64.71% respectivamente. El grupo de los herbívoros fue el grupo menos representado con una frecuencia de 0.98% en el ambiente Lr/a seguido de los piscívoros en el ambiente L/s+a con 0.87% (Figura 4. 100).

Figura 4. 100. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para el AE del Proyecto.



Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

Distribución y composición de especies: Se registró un total de 37 especies de vegetación marina, distribuidas en 24 géneros y 5 divisiones. Las especies con mayor distribución en todos los ambientes son *Penicillus dumetosus* y las algas café del género *Dictyota* spp., ya que se encuentran con una abundancia importante en la mayoría de los ambientes. Todas estas especies son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, y son muy abundantes en los ambientes con presencia de sedimentos. En cuanto a las algas rojas la especie *Hydrolithon boerguesenii* es dominante en las Estructuras artificiales y en la Laja rugosa con algas (Tabla 4. 21).

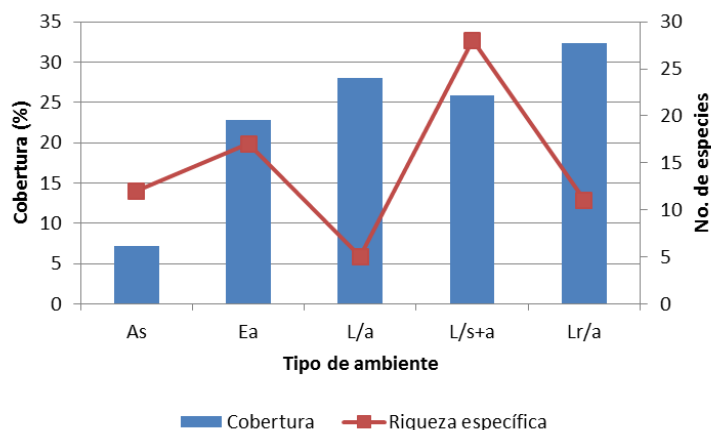
Tabla 4. 21. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el AE del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Phylum	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a	
Chlorophyta	<i>Acetabularia</i>	<i>crenulata</i>				R		
	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>				C		
	<i>Caulerpa</i>		<i>cupressoides</i>		C		A	
			<i>prolifera</i>	A				
			<i>racemosa</i>					E
			<i>verticillata</i>		E	E	R	
	<i>Derbesia</i>	<i>marina</i>		E		E		
	<i>Halimeda</i>		<i>gracilis</i>				R	
			<i>incrassata</i>	A	R		R	C
			<i>monile</i>				R	
			<i>opuntia</i>				C	A
			<i>tuna</i>		R		E	C
	<i>Penicillus</i>		<i>capitatus</i>	A	E		E	
			<i>dumetosus</i>	E	E	E	E	C
			<i>pyriformis</i>	C	C		E	C

Phylum	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
	<i>Rhipocephalus</i>	<i>phoenix</i>		R		E	C
	<i>Udotea</i>	<i>fibrosa</i>		E	A		
		<i>nigricans</i>				E	
	<i>Valonia</i>	<i>macrophysa</i>	E			R	
Phaeophyta	<i>Dictyota</i>	<i>crenulata</i>		R		R	E
		<i>pulchella</i>		A	E	E	E
	<i>Hypnea</i>	<i>cervicornis</i>				E	
	<i>Padina</i>	<i>sp.</i>	A				
Rhodophyta	<i>Acanthophora</i>	<i>spicifera</i>		E	D	E	
	<i>Amphiroa</i>	<i>spicifera</i>				R	
	<i>Bostrychia</i>	<i>sp.</i>				C	
		<i>tenella</i>	E	E		A	
	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>				E	
	<i>Gracilaria</i>	<i>sp.</i>	E				
	<i>Heterosiphonia</i>	<i>gibbesii</i>	C			R	
	<i>Hydrolython</i>	<i>boerguesenii</i>		D			D
	<i>Hypnea</i>	<i>cervicornis</i>	E			R	
	<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>			A	E	
<i>poiteaui</i>					R		
<i>Liagora</i>	<i>sp.</i>	E					
Magnoliophyta	<i>Thalassia</i>	<i>testudinum</i>		R			
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	<i>sp.</i>					A
No. de especies			12	17	5	28	11

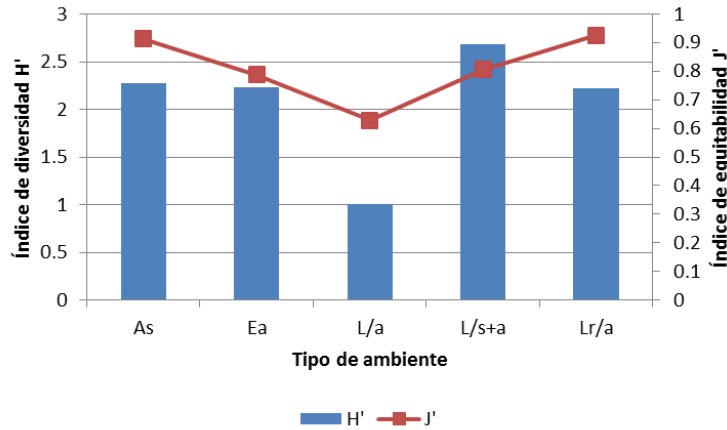
Abundancia y riqueza específica: La cobertura de macroalgas en el Área de Estudio es baja en el ambiente del Arenal somero, con 7% de cobertura vegetal; mientras que en el resto de los ambientes la cobertura de algas oscila entre el 20 y 30%. La riqueza de especies es muy alta en el ambiente de Laja con sedimentos y algas, con 28 especies, y el resto de los ambientes tiene valores entre 5 y 17 especies (Figura 4. 101).

Figura 4. 101. Abundancia y riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para el AE del Proyecto.



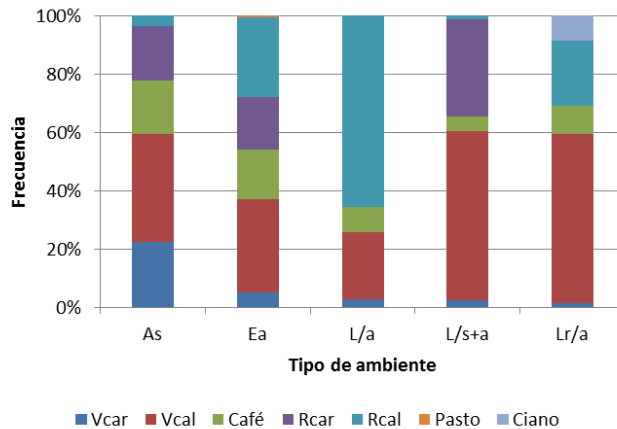
Diversidad y equitabilidad: La diversidad de algas es muy baja en el ambiente de laja con algas, con un valor de $H'=1.0$, debido a una alta dominancia del alga roja *Acanthophora spicifera*, y para el resto de los ambientes se estimó un índice de diversidad entre 2.2 y 2.6. Los valores de equitabilidad tienen un rango amplio, con el valor más bajo para el ambiente de Laja con algas ($J'=0.6$) y el valor más alto de $J=0.9$ para el Arenal somero y la Laja rugosa con algas (Figura 4. 102).

Figura 4. 102. Diversidad de VEGETACION MARINA para el AE del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



Grupos funcionales: Los diferentes ambientes que se reconocieron dentro del polígono del AE tienen en general una alta proporción de algas verdes calcáreas, siendo más evidente en los ambientes de Laja con sedimento y algas y de laja rugosa con algas. Las algas rojas calcáreas son abundantes en el ambiente de Laja con algas, y las rojas carnosas en el de Laja con sedimentos y algas (Figura 4. 103).

Figura 4. 103. Grupos taxonómicos para VEGETACIÓN MARINA para el AE del Proyecto. Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorofitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias.



Invertebrados

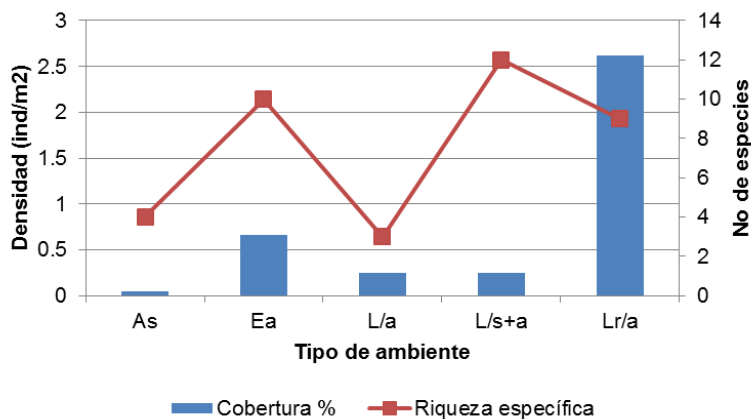
Distribución y composición de especies: Se registraron 8 grupos de invertebrados en los cinco ambientes del área de estudio, siendo estos anélidos, anémonas, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos, tunicados y zoántidos. Se registró un total de 22 especies de invertebrados, pertenecientes a 20 géneros y 19 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 11 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies de invertebrados fue L/s+a, con una cantidad de 12 (Tabla 4. 22).

Tabla 4. 22. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el AE del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Grupo	Familia	Género	Especie	As	Ea	L/a	L/s+a	Lr/a
Anélido	Amphinomidae	<i>Hermodice</i>	<i>carunculata</i>	D				
	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>	D				
Anémona	Stichodactylidae	<i>Stichodactyla</i>	<i>helianthus</i>		R			
Crustáceo	Chtamalidae	<i>Chthamalus</i>	<i>proteus</i>		C			
	Palinuridae	<i>Panulirus</i>	<i>argus</i>				E	
Equinodermo	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>	D	C		E	C
	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>viridis</i>	D	D	D	D	D
	Ophidiasteridae	<i>Linckia</i>	<i>guildinguii</i>			D		R
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>			D	E	E
Esponja	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>fistularis</i>					E
	Clonaidae	<i>Anthosigmella</i>	<i>varians</i>				E	
		<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>		R		C	C
	Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>felix</i>		R		A	
			<i>strobilina</i>				A	E
	Tedaniidae	<i>Tedania</i>	<i>ignis</i>		R			
Thorectidae	<i>Hyrtios</i>	<i>violaceus</i>		E				
Molusco	Chitonidae	<i>Acanthopleura</i>	<i>granulata</i>		R			
	Ovulidae	<i>Cyphoma</i>	<i>gibbosum</i>				E	
			<i>costatus</i>				E	
	Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>gigas</i>				E	
Tunicado	Didemnidae	<i>Trididemnum</i>	<i>solidum</i>				R	
Zoántido	Sphenopidae	<i>Palythoa</i>	<i>caribaeorum</i>		R		E	C
No de especies				4	10	3	12	9

Abundancia y riqueza específica: Los valores más altos de densidad se registraron en el ambiente Lr/a. La densidad fue de 2.61 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en el Ambientes As, con 0.04 ind/ m². Con respecto a la riqueza específica, la cifra más alta se registró en el ambiente L/s+a con 12. La cifra más baja en términos de riqueza específica se registró en L/a, con 3 (Figura 4. 104).

Figura 4. 104. Abundancia y Riqueza específica de INVERTEBRADOS para el AE del Proyecto.



- Banco de Arena

Escleractinios (corales duros)

Distribución y composición de especies: En esta zona solo se observaron corales en los ambientes L/a y L/g, todas las colonias se encontraron fuera del área de muestreo (Tabla 4. 23).

Tabla 4. 23. Listado de especies y abundancia relativa de CORALES ESCLERACTINIOS para el BA del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).
*Especies observadas en el sitio fuera del transecto de muestreo.

Familia	Género	Especie	Ap	As	L/a	L/g	Pp
Siderastreidae	<i>Siderastrea</i>	<i>radians</i>				*	
		<i>sideraea</i>			*	*	

Gorgonáceos (corales blandos)

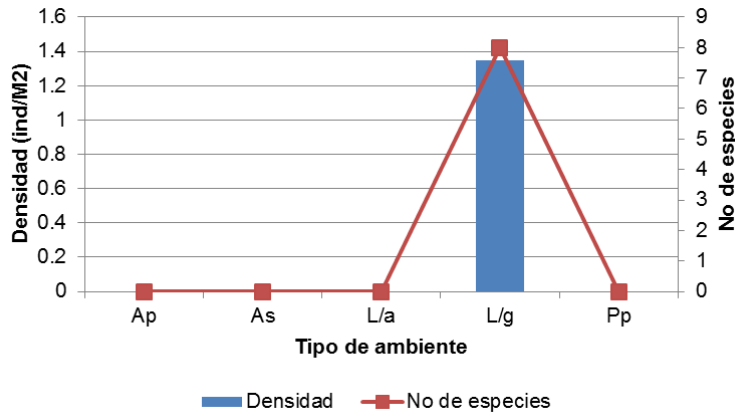
Distribución y composición de especies: En el banco de arena se registró un total de 8 especies de gorgonáceos, pertenecientes a 6 géneros y 2 familias. El ambiente L/g, fue el único donde se registraron las 8 especies presentes. Se muestrearon un total de 27 individuos en los 5 ambientes establecidos para el proyecto. La especie dominante fue *Eunicea mammosa*, la cual se encontró distribuida solamente en uno de los ambientes del área de estudio en donde había disponible sustrato duro para su fijación. En el listado de especies se muestra la importancia de cada una ellas, de acuerdo a una categorización basada en rangos de abundancia relativa (Tabla 4. 24).

Tabla 4. 24. Listado de especies y abundancia relativa de GORGONÁCEOS para el BA del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	Ap	As	L/a	L/g	Pp
Gorgoniidae	<i>Gorgonia</i>	<i>flabellum</i>				E	
	<i>Pseudopterogorgia</i>	<i>americana</i>				C	
	<i>Pterogorgia</i>	<i>anceps</i>				C	
Plexauridae	<i>Eunicea</i>	<i>calyculata</i>				E	
		<i>mammosa</i>				D	
		<i>tourneforti</i>				C	
	<i>Plexaura</i>	<i>flexuosa</i>				C	
<i>Plexaurella</i>	<i>nutans</i>				C		
No de especies			0	0	0	8	0

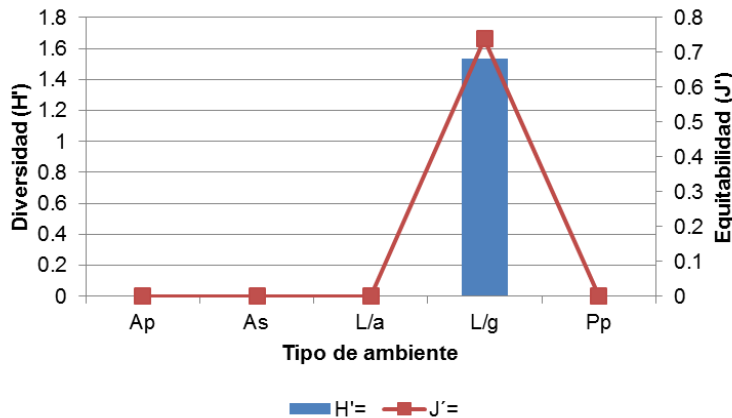
Abundancia y riqueza específica: La densidad más alta se encontró en el ambiente L/g, con 1.35 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en los otros 4 Ambientes, con 0 ind/m². En relación a la riqueza específica, también se observó la cifra más alta en el ambiente L/g, con 8. Por el contrario, como en el caso de la densidad, los números más bajos en términos de riqueza específica se obtuvieron también en los ambientes Ap, As, L/a y Pp, debido a que no hubo registros (Figura 4. 105).

Figura 4. 105. Abundancia y Riqueza específica de GORGONÁCEOS para el BA del Proyecto.



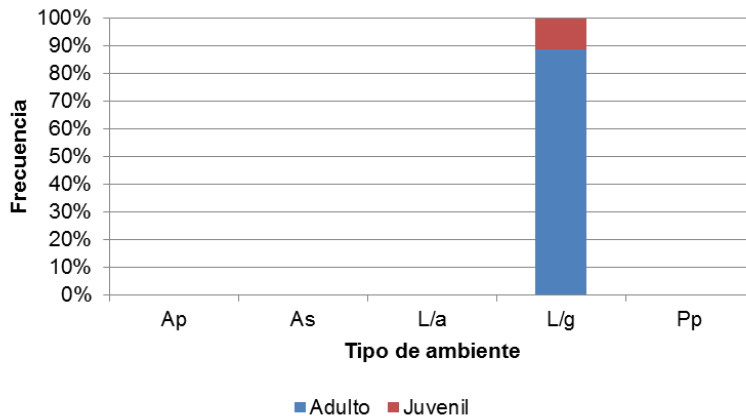
Diversidad y equitabilidad: Tanto en términos de diversidad como en equitabilidad, dentro del banco de arena, los valores más altos se registraron en el ambiente L/g. En el caso de la diversidad, se encontró un valor de 1.53. Los ambientes menos diversos fueron Ap, As, L/a y Pp, con un valor de 0. En lo que respecta a la equitabilidad, el valor más alto fue de 0.73. Como ya se mencionaba, la cifra más baja se obtuvo en los ambientes Ap, As, L/a y Pp, debido a la falta de registros (Figura 4. 106).

Figura 4. 106. Diversidad de GORGONÁCEOS para el BA del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



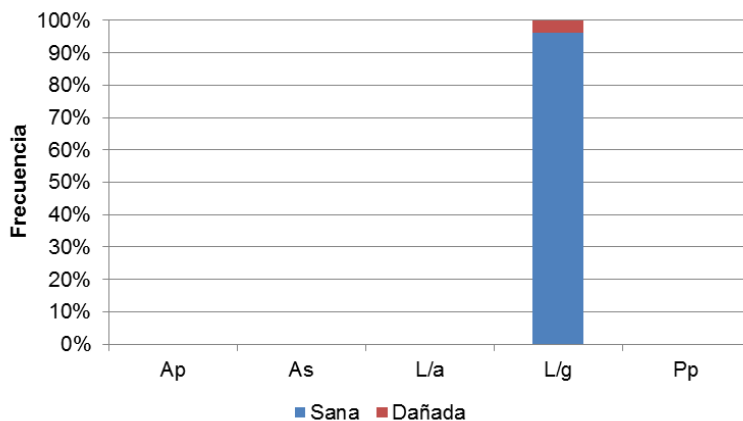
Estructura de tallas: En el banco de arena solamente hubo registros de gorgonáceos en el ambiente L/g, mientras que en los demás ambientes no hubo registros de ninguna talla. En L/g la talla con mayor frecuencia fue la adulta, con 88%. Le siguieron en frecuencia los juveniles, aunque solamente con 11.1% y no hubo registro de reclutas. Los ambientes Ap, As, L/a y Pp no tuvieron ningún registro (Figura 4. 107).

Figura 4. 107. Frecuencia de estructura de tallas para GORGONÁCEOS para el BA del Proyecto.



Condiciones del organismo: En el Banco de Arena solamente se encontraron gorgonáceos en el ambiente L/g y la condición del 96.2% fue sana, mientras que el 3.7% tuvieron daños. Los daños registrados fueron el sobrecrecimiento de algas (Figura 4. 108).

Figura 4. 108. Condición del organismo para GORGONÁCEOS para el BA del Proyecto. Sana = colonia sin tejido dañado, Daño = presenta algún tipo de afectación.



Ictiofauna (peces arrecifales)

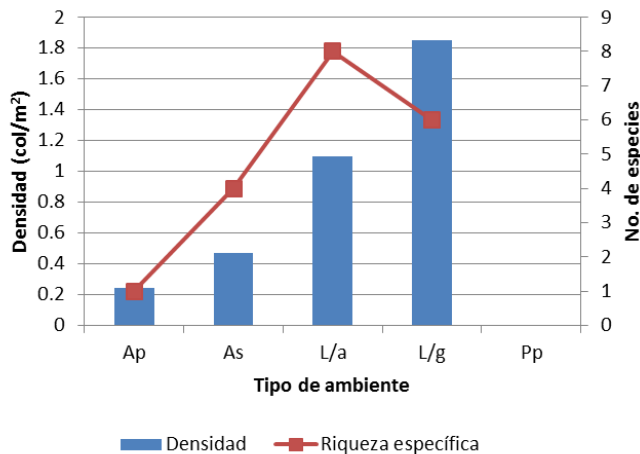
Distribución y composición de especies: Se registraron un total de 14 especies y diez géneros, distribuidos en siete familias. La especie *Hemipteronotus martinicensis* presentó una dominancia en los ambientes Ap y As; la especie *Halichoeres bivittatus* dominó en los ambientes L/a y L/g; mientras que la especie *Thalassoma bifasciatum* registró una dominancia en los ambientes AS y L/g y una abundancia en La. En As se observó una abundancia de *Hetericonger halis*. Por otro lado, *Stegastes partitus* y *Canthigaster rostrata* fueron abundantes en el ambiente L/g (Tabla 4. 25).

Tabla 4. 25. Listado de especies y abundancia relativa de PECES ARRECIFALES para el BA del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Familia	Género	Especie	Ap	As	L/a	L/g	Pp
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>chirurgus</i>			C		
		<i>coeruleus</i>			E		
Congridae	<i>Heteroconger</i>	<i>halis</i>		A			
Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>bivittatus</i>			D	D	
		<i>radiatus</i>				E	
	<i>Hemipteronotus</i>	<i>martinicensis</i>	D	D			
	<i>Thalassoma</i>	<i>bifasciatum</i>		D	A	D	
Mullidae	<i>Pseudopeneus</i>	<i>maculatus</i>			E		
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>saxantilis</i>			C		
		<i>diencaeus</i>			E		
	<i>Stegastes</i>	<i>fuscus</i>			C		
		<i>partitus</i>					A
Scaridae	<i>Scarus</i>	<i>iseri</i>				E	
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>rostrata</i>		E		A	
No. de especies			1	4	8	6	0

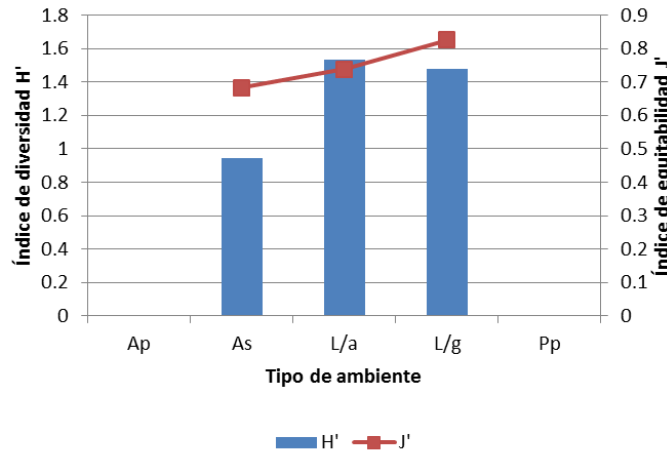
Abundancia y riqueza específica: La mayor riqueza se observó en el ambiente L/a con ocho especies y una densidad de 1.1 ind/m²; en el ambiente L/g fue donde se registró la más alta densidad con 1.9 ind/m², y una riqueza de seis especies; en los ambientes As y Ap se obtuvieron los valores más bajos de esta variables con una densidad de 0.5 ind/m² y 0.2 ind/m², con cuatro y una especies, respectivamente (Figura 4. 109).

Figura 4. 109. Abundancia y Riqueza específica de PECES ARRECIFALES para el BA del Proyecto.



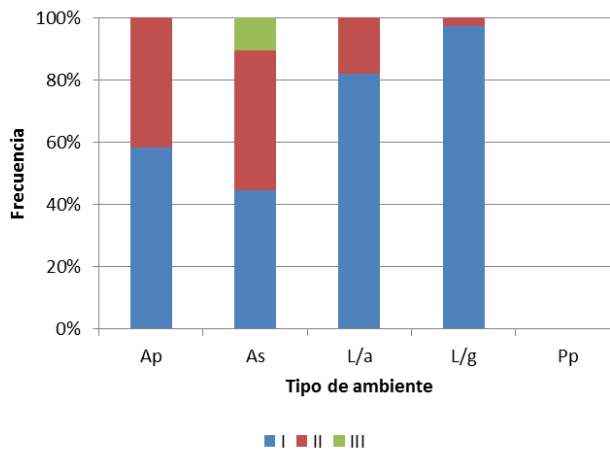
Diversidad y equitabilidad: El ambiente con mayor diversidad fue L/a con un valor de H' = 1.53 y una equitabilidad de J' = 0.73; la más alta equitabilidad se registró en el ambiente L/g con una J' = 0.82 y una diversidad de H' = 1.47; mientras que, As presentó valores de H' = 0.94 y J' = 0.68. Los ambientes Ap y Pp no presentaron datos suficientes o no tuvieron datos para el análisis de estos índices (Figura 4. 110).

Figura 4. 110. Diversidad de PECES ARRECIFALES para el BA del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



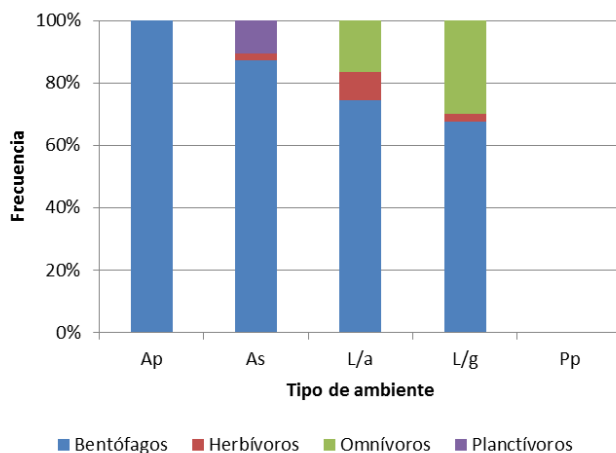
Estructura de tallas: En esta zona se registraron tres categorías de tallas, observándose el mayor espectro en el ambiente As, donde los peces categoría I y II aportaron el mayor porcentaje de frecuencia, ambas categorías con un 44.7%, mientras que los peces categoría III aportaron solo el 10.6%. Los ambientes Ap, As, L/a y L/g solo registraron peces categoría I y II, donde los primeros aportaron el mayor porcentaje en todos los ambientes con valores entre el 58% y 97% (Figura 4. 111).

Figura 4. 111. Estructura de tallas para PECES ARRECIFALES para el BA del Proyecto. I <5 cm, II=5-10 cm, III=10-20 cm, IV=20-30, V>25 cm de longitud.



Grupos funcionales: Se registraron un total de cuatro grupos tróficos, donde los peces bentófagos dominaron en todos los ambientes, con un aporte a la frecuencia que va del 67.6% al 100%. En As los peces planctívoros aportaron un 10.6% y los herbívoros 2.1%; en L/a y L/g los peces omnívoros fueron los segundos en aporte con un 16.4 y 29.7% respectivamente; mientras que los peces herbívoros aportaron el 9.1% en L/a y el 2.7% en el ambiente L/g (Figura 4. 112).

Figura 4. 112. Grupos tróficos para PECES ARRECIFALES para el BA del Proyecto.



Vegetación marina (macroalgas y pastos marinos)

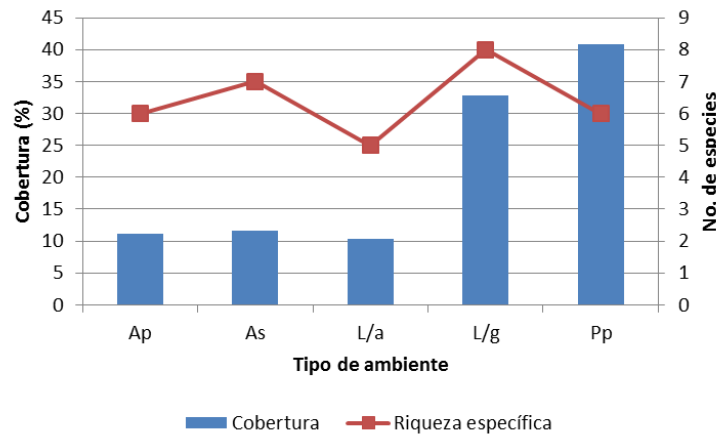
Distribución y composición de especies: Se registró un total de 19 especies, distribuidas en 11 géneros y 4 divisiones. Las especies con mayor distribución en todos los ambientes son *Rhipocephalus phoenix* y las de los géneros *Halimeda* spp. y *Penicillus* spp., ya que se encuentran con una abundancia importante en la mayoría de los ambientes. Todas estas especies son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto, y son muy abundantes en los ambientes con presencia de sedimentos. En el caso del ambiente de Pastizal profundo se observa dominancia del pasto marino de la especie *Halodule wrightii*. En cuanto a las algas rojas existe muy poca presencia, y las cafés no se registraron (Tabla 4. 26).

Tabla 4. 26. Listado de especies y abundancia relativa de la VEGETACIÓN MARINA para el BA del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Phylum	Género	Especie	Ap	As	L/a	L/g	Pp	
Chlorophyta	<i>Avrainvillea</i>	<i>asarifolia</i>				C	E	
	<i>Halimeda</i>	<i>goreaui</i>					E	
		<i>incrassata</i>	A	C				
		<i>lacrimosa</i>					E	
		<i>opuntia</i>			A			
		<i>tuna</i>		A		A		
		<i>wrightii</i>	E					
	<i>Penicillus</i>	<i>dumetosus</i>	A	C			E	C
		<i>pyriformis</i>			C			
	<i>Rhipocephalus</i>	<i>phoenix</i>	D	A	D	D	D	A
		<i>poiteaui</i>	E					
	<i>Udotea</i>	<i>fibrosa</i>					D	
		<i>wilsonii</i>					E	
Rhodophyta	<i>Acanthophora</i>	<i>spicifera</i>		E				
	<i>Bostrychia</i>	<i>tenella</i>			A			
	<i>Dasya</i>	<i>harveyi</i>		E			C	
	<i>Laurencia</i>	<i>poiteaui</i>					C	
Magnoliophyta	<i>Halodule</i>	<i>wrightii</i>	D	D			D	
Cyanobacteria	<i>Lyngbya</i>	sp.			C			
No. de especies			6	7	5	8	6	

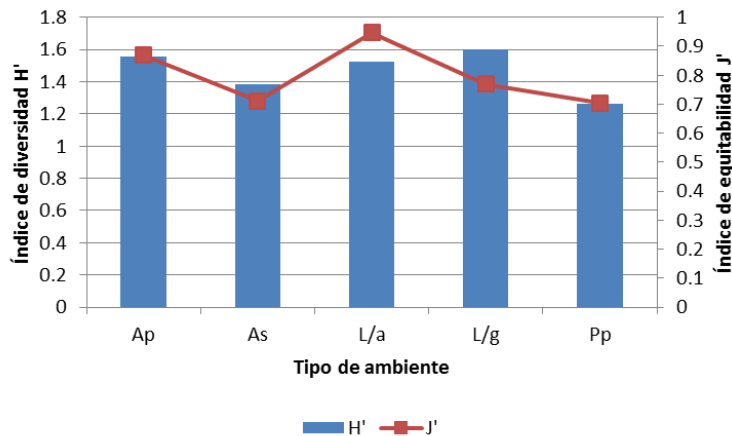
Abundancia y riqueza específica: La cobertura de macroalgas en el banco de arena es baja en el área de los arenales, estimándose alrededor del 10%, mientras que en el ambiente de Laja con gorgonaceos es de 32.8 % y en el del Pastizal profundo de 40.8 %. El número de especies es muy bajo en todos los ambientes, variando entre 5 y 8 especies en cada uno (Figura 4. 113).

Figura 4. 113. Abundancia y Riqueza específica de VEGETACIÓN MARINA para el BA del Proyecto.



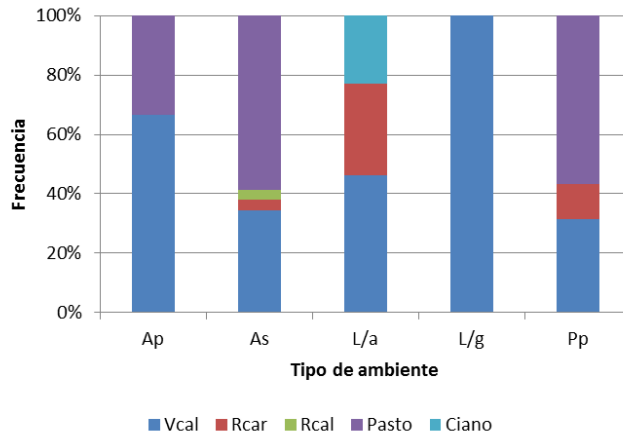
Diversidad y equitabilidad: La diversidad de algas es muy similar entre los ambientes del BA, con valores entre $H'=1.26$ y $H'=1.56$; mientras que la equitabilidad presentó valores bajos en el Arenal somero, Laja con gorgonaceos y Pastizal profundo ($J'=0.71$, 0.77 y 0.70 respectivamente), y valores más altos en el Arenal profundo y Laja con algas ($J'=0.87$ y 0.95 respectivamente) (Figura 4. 114).

Figura 4. 114. Diversidad de VEGETACION MARINA para el BA del Proyecto. Índice de Shannon-Wiener (H'), Equitabilidad (J').



Grupos funcionales: Las algas verdes calcáreas están presentes en todos los ambientes, siendo dominantes en el Arenal profundo, y en los ambientes de Laja con algas y Laja con gorgonáceos. Los pastos marinos también son relevantes en estos ambientes, siendo dominantes en el ambiente del Pastizal profundo, y del Arenal somero, y de abundancia moderada en el Arenal profundo. Las algas rojas están mayormente representadas en el ambiente de Laja con algas, y en menor proporción en el Pastizal profundo y Arena somero. El único ambiente en donde se presentaron las cianofitas fue en el de Laja con algas (Figura 4. 115).

Figura 4. 115. Grupos taxonómicos para VEGETACIÓN MARINA para el BA del Proyecto. Vcar=Clorofitas carnosas, Vcal=Clorifitas calcáreas, Rcar=Rodofitas carnosas, Rcal=Rodofitas calcáreas, Café=Feofitas, Pasto=Magnoliofitas, Ciano=Cianobacterias.



Invertebrados

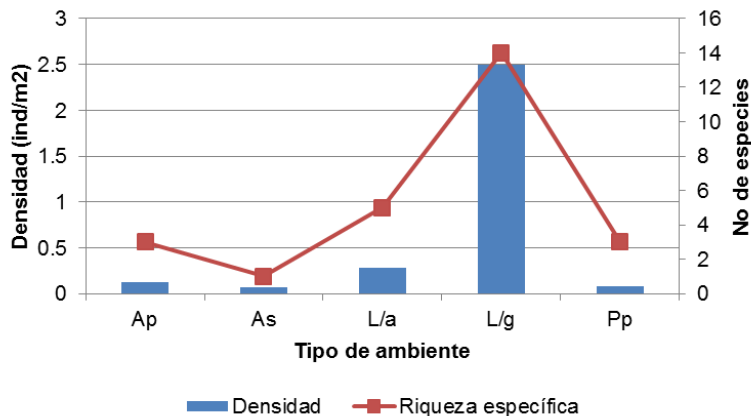
Distribución y composición de especies: Se registraron 6 grupos de invertebrados en los cinco ambientes del banco de arena, siendo estos anélidos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos. Se registró un total de 21 especies de invertebrados, pertenecientes a 17 géneros y 16 familias. El grupo mejor representado fue el de las esponjas, con 12 especies presentes. El ambiente con la mayor cantidad de especies de invertebrados fue L/g, con un valor de 17 (Tabla 4. 27).

Tabla 4. 27. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el BA del Proyecto. D=Dominante (>20%), A=Abundante (10-20%), C=Común (5-10%), E=Escaso (1-5%), R=Raro (<1%).

Grupo	Familia	Género	Especie	Ap	As	L/a	L/g	Pp
Anélido	Amphinomidae	<i>Hermodice</i>	<i>carunculata</i>	D				
Crustáceo	Diogenidae	<i>Paguristes</i>	<i>sp</i>			C		
	Inachidae	<i>Stenorhynchus</i>	<i>seticornis</i>				E	
Equinodermo	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>antillarum</i>				C	D
	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>viridis</i>					D
	Toxopneustidae	<i>Tripneustes</i>	<i>ventricosus</i>			C		
Esponja	Aplysinidae	<i>Aplysina</i>	<i>cauliformis</i>				E	
			<i>fistularis</i>				D	
			<i>fulva</i>				E	
			<i>sp</i>				C	
	Axinellidae	<i>Dragmacidon</i>	<i>sp</i>				C	
	Callyspongiidae	<i>Callyspongia</i>	<i>vaginalis</i>				E	
	Clathrinidae	<i>Clathrina</i>	<i>canariensis</i>				C	
	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>caribbaea</i>		D		A	D
	Crambeidae	<i>Monanchora</i>	<i>unquifera</i>				E	
	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>etheria</i>				A	
			<i>campana</i>				E	
<i>felix</i>			D			E		
Irciniidae	<i>Ircinia</i>	<i>strobilina</i>			D	E		
		<i>gigas</i>			C			
Molusco	Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>gigas</i>			C		
		<i>Strombus</i>	<i>puqilis</i>	D				
Zoántido	Sphenopidae	<i>Palythoa</i>	<i>caribaeorum</i>			C		
No de especies				3	1	5	14	3

Abundancia y riqueza específica: Los valores más altos de densidad y riqueza específica se registraron en el ambiente L/g. La densidad fue de 2.5 ind/m². En contraste, los valores más bajos se ubicaron en el ambiente Ap, con 0.02 ind/ m². Con respecto a la riqueza específica, también se observó la cifra más alta en el Ambiente L/gl, con 14. La cifra más baja en términos de riqueza específica se registró en As, con una (Figura 4. 116).

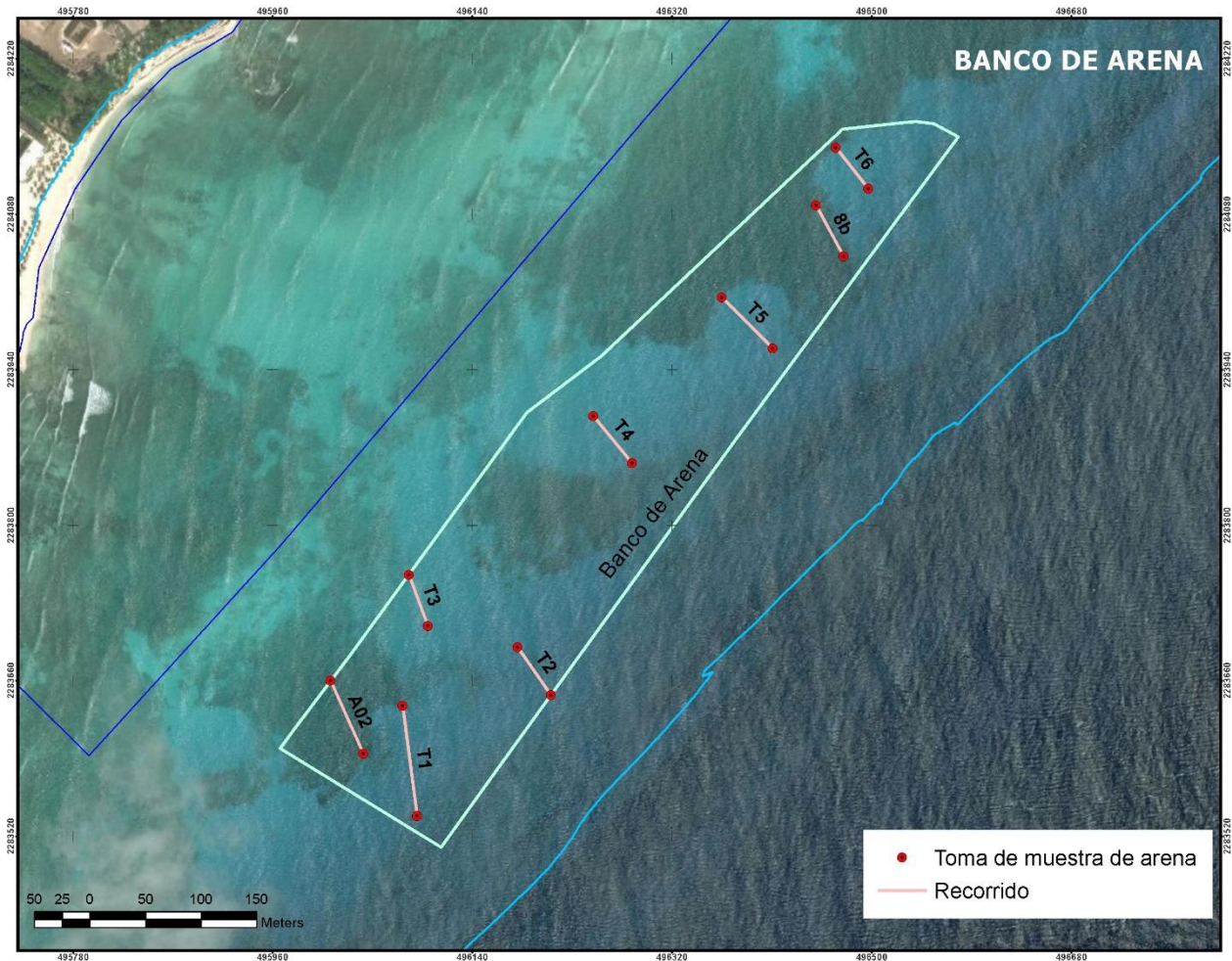
Figura 4. 116. Abundancia y riqueza específica de INVERTEBRADOS para el BA del Proyecto.



4.3.2.3.5. Caracterización del Sustrato de Arena en el Banco de Arena

A continuación, se muestra un análisis de los sitios de muestreo dentro del polígono BA en donde se encontró sustrato de arena, que corresponden a 6 transectos (Figura 4. 117).

Figura 4. 117. Transectos de muestreo que se llevaron a cabo dentro del polígono del Banco de Arena para la caracterización de la biota marina conspicua (línea rosa); y puntos donde se llevó a cabo la colecta de sedimentos para muestreo de la infauna (puntos rojos).



- Transecto 1

Este transecto se realizó sobre un arenal que tiene en su primera parte un pastizal de *Halodule wrightii* en asociación con el alga verde calcárea *Rhipocephalus phoenix* que se extiende hasta casi los 30 m de distancia del transecto. La cobertura vegetal que representan estos 2 elementos es del 19% para los pastos y del 15% para las algas, con un 66% de sustrato arenoso. El transecto se colocó en su parte inicial a 9.6 metros de profundidad, en donde termina el sustrato de laja con algas, y se registró 11.2 m de profundidad en su parte final. El grosor de la capa de arena fue muy reducido en la parte inicial del transecto, debido a su cercanía con el sustrato de laja, pero a lo largo del transecto se registraron profundidades de 90 cm, y más de 1 m al final del mismo (Figura 4. 118 y Figura 4. 119).

Figura 4. 118. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T1 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

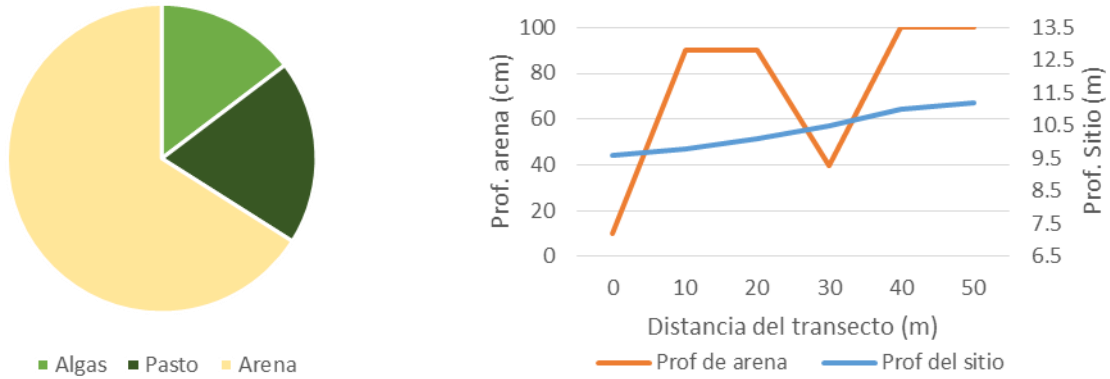
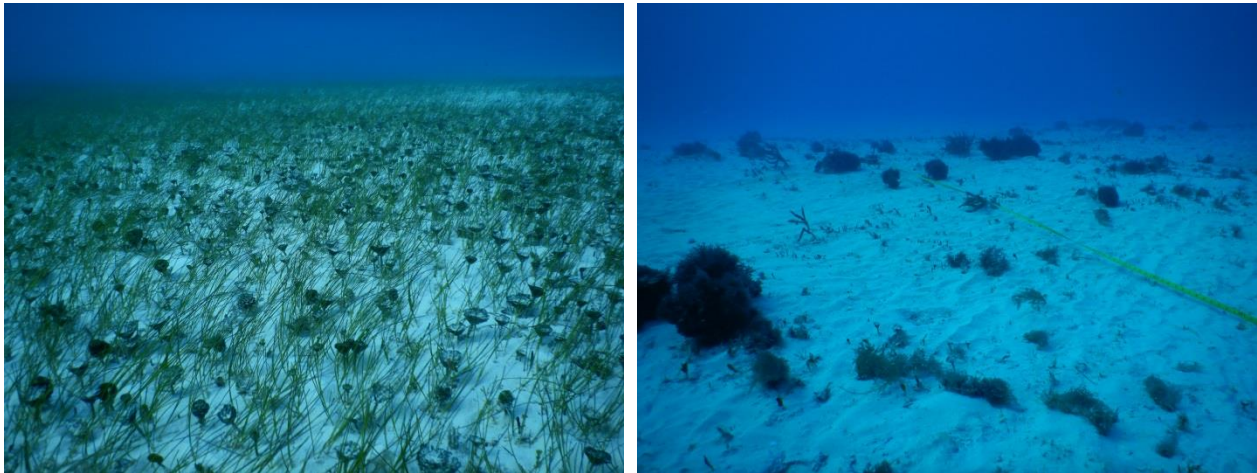


Figura 4. 119. Vista panorámica del sitio T1 en el Banco de Arena para el Proyecto. Pastizal al inicio del transecto (izq.) y arenal al final del mismo(der.).



- Transecto 2

El arenal que existe en el sitio denominado T2 tiene con poca vegetación, la presencia de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* es de solo el 4%, y de macroalgas del 12%, con un 84% de sustrato de arena. El transecto se colocó en su parte inicial a 13.3 metros de profundidad, en límite del polígono en su parte profunda, y de ahí hacia la parte somera en donde se registró 11.4 m de profundidad. La profundidad de la capa de arena fue en general poca, registrando entre 10 y 40 cm de grosor a lo largo del transecto (Figura 4. 120 y Figura 4. 121).

Figura 4. 120. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T2 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

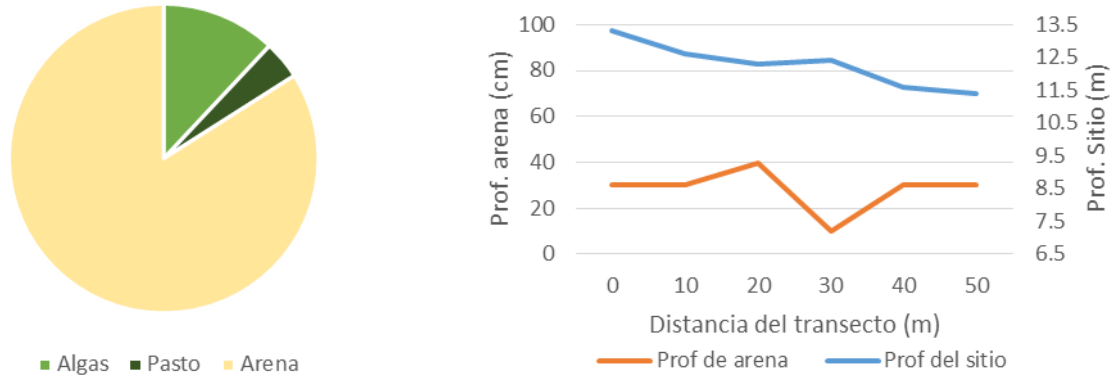


Figura 4. 121. Vista panorámica del sitio T2 en el Banco de Arena para el Proyecto. Arenal sin biota bentónica (izq.) y presencia de vegetación escasa (der.).



- Transecto 3

El arenal en el transecto 3 tiene poca vegetación, la presencia de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* es de 8%, y de macroalgas del 5%, con un 87% de sustrato de arena. El transecto se colocó en su parte inicial a 6.7 metros de profundidad, en límite del polígono en su parte somera, y de ahí hacia la parte profunda en donde se registró 8 m de profundidad. La profundidad de la capa de arena se registró en 30 cm de grosor al inicio del transecto, entre 40 y 50 en la parte media, y de 90 cm al final del mismo (Figura 4. 122 y Figura 4. 123).

Figura 4. 122. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T3 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

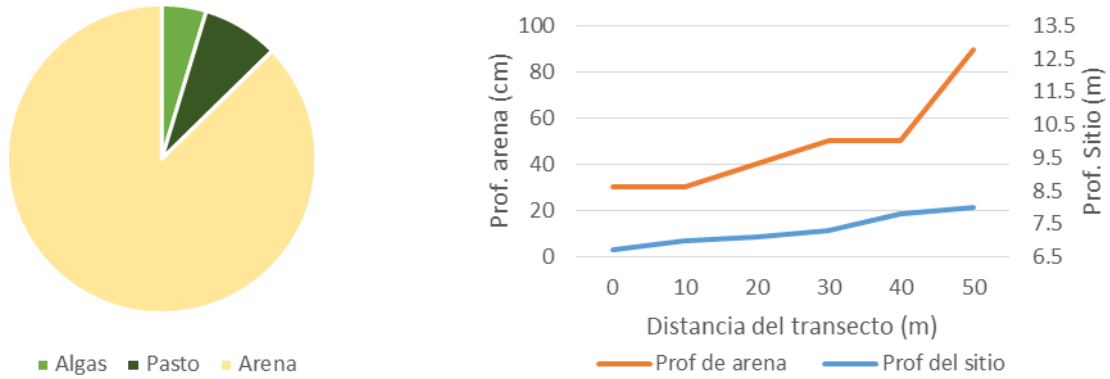


Figura 4. 123. Vista panorámica del sitio T3 en el Banco de Arena para el Proyecto. Arenal con un poco de macroalgas (izq.) y de pasto marino (der.).



- Transecto 4

El arenal del transecto 4 tiene muy poca vegetación, la presencia de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* es de solo el 6%, y de macroalgas del 4%, con un 90% de sustrato de arena. El transecto se colocó en su parte inicial a 9.9 metros de profundidad, en donde termina el sustrato de laja con algas, y de ahí hacia la parte somera en donde se registró 8 m de profundidad. La profundidad de la capa de arena fue de 30 a 40 cm en la primera mitad del transecto, y entre 50 y 100 cm en la parte final del transecto (Figura 4. 124 y Figura 4. 125).

Figura 4. 124. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T4 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

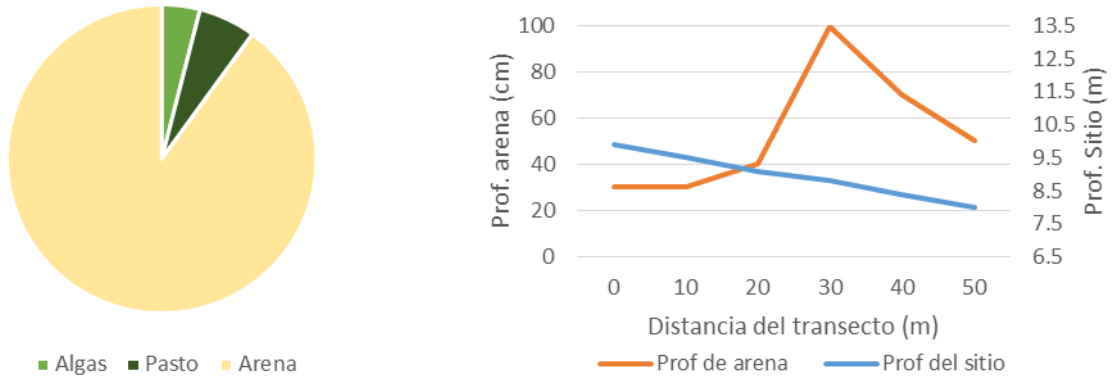
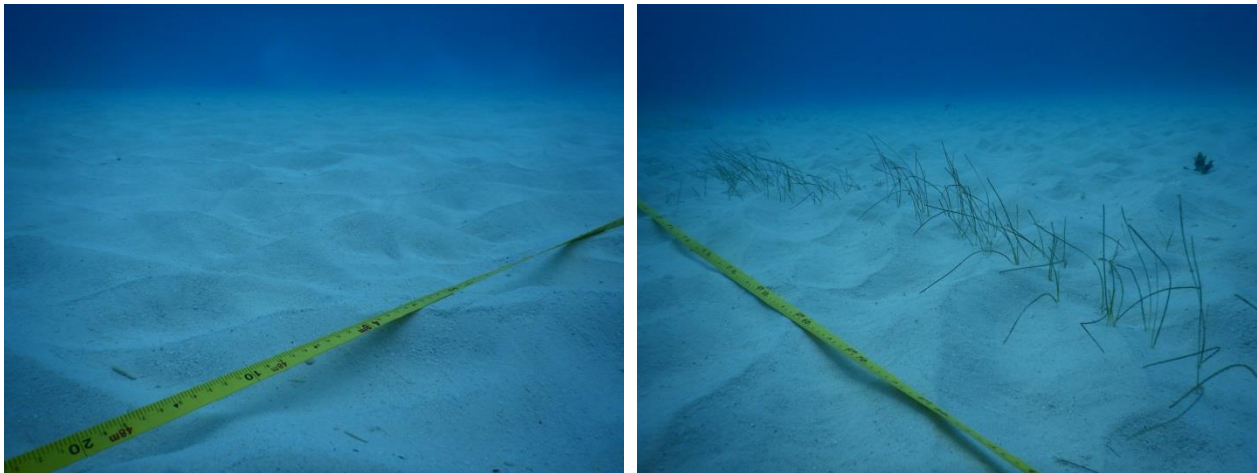


Figura 4. 125. Vista panorámica del sitio T4 en el Banco de Arena para el Proyecto. Arenal sin biota bentónica (izq.) y presencia de vegetación escasa (der.).



- Transecto 5

Este transecto se realizó sobre un arenal que tiene muy poca cobertura vegetal, la presencia de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* es de solo el 3%, y de macroalgas del 3%, con un 94% de sustrato de arena. El transecto se colocó en su parte inicial a 8.4 metros de profundidad, en donde termina el sustrato de laja con algas, y de ahí hacia la parte profunda en donde se registró 10.6 m de profundidad. La capa de arena en este transecto es gruesa, registrando entre 50 cm y más de 1 m a lo largo del transecto (Figura 4. 126 y Figura 4. 127).

Figura 4. 126. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T5 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

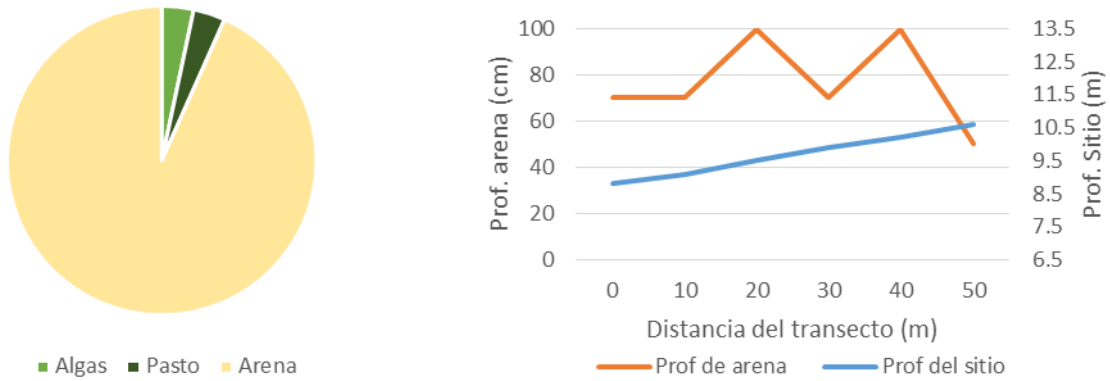
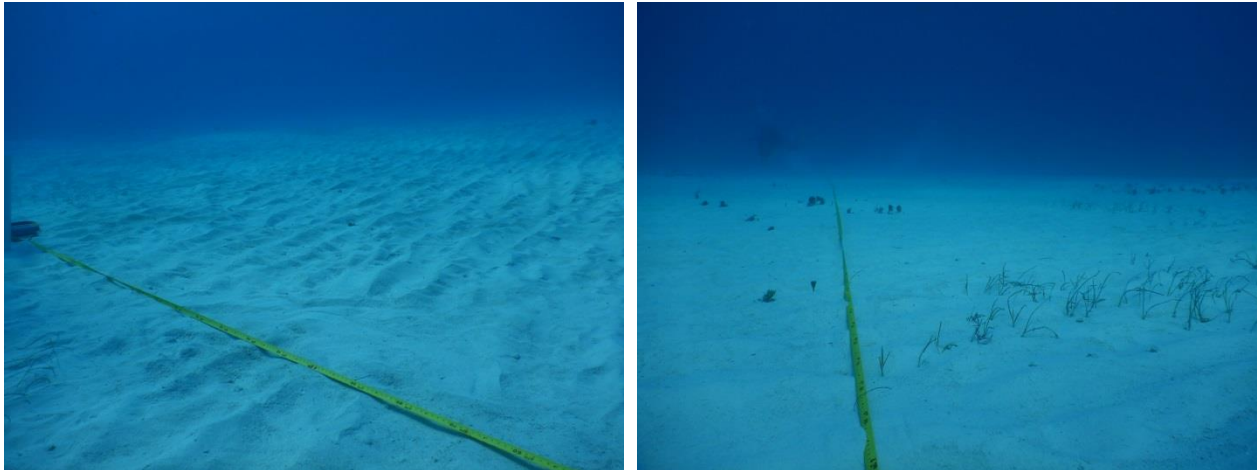


Figura 4. 127. Vista panorámica del sitio T5 en el Banco de Arena para el Proyecto. Arenal sin biota bentónica (izq.) y presencia de vegetación escasa (der.).



- Transecto 6

El transecto 6 se colocó sobre el arenal en el extremo norte del polígono, iniciando en donde termina el ambiente de la laja con gorgonáceos a 8.4 m de profundidad, y de ahí hacia la parte profunda hasta los 9.7 m. La vegetación en este sitio es prácticamente nula, registrando una cobertura de pasto marino de la especie *Halodule wrightii* de solo el 0.7%, y de macroalgas del 1.3%, con un 98% de sustrato de arena. La capa de arena en este transecto es media, registrando entre 40 y 60 cm a lo largo del transecto. Sin embargo, de la mitad del transecto hacia la parte final se registró un banco de caracoles de la especie *Strombus pugilis* con actividad reproductiva y abundantes masas ovígeras (Figura 4. 128 y Figura 4. 129).

Figura 4. 128. Porcentaje de cobertura del sustrato (izq) y profundidad de la capa de arena en relación a la profundidad del sitio para el sitio de muestreo T6 dentro del polígono del BA para el Proyecto.

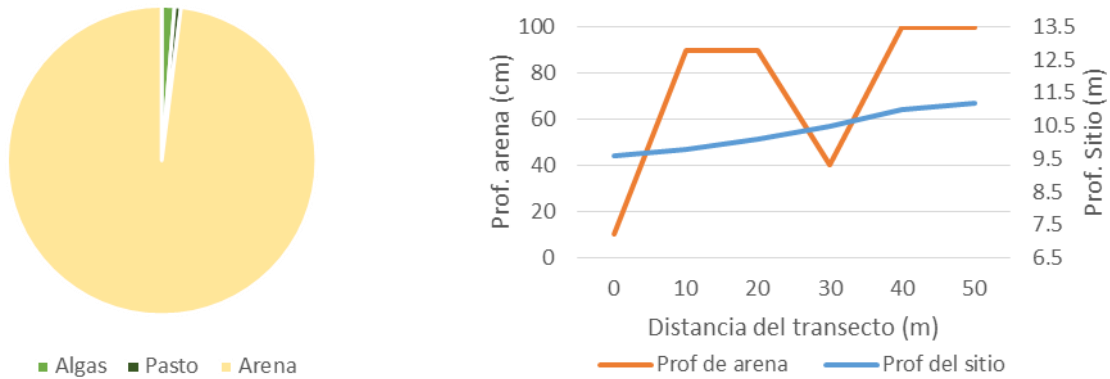


Figura 4. 129. Vista panorámica del sitio T6 en el Banco de Arena para el Proyecto. Arenal sin biota bentónica (izq.) y presencia de vegetación escasa y caracoles de la especie *Strombus raninus* con actividad reproductiva y masas ovigeras. (der.).



4.3.2.3.6. Caracterización de la Infauna

La infauna que se registró en las 12 muestras de sedimento que se tomaron en dentro del polígono del banco de arena para el proyecto consta de un total de 17 especies de invertebrados, pertenecientes a 17 géneros, 17 familias, 12 órdenes, 5 clases, agrupados en 3 grupos: moluscos, equinodermos y anélidos.

El sitio donde se encontró un mayor número de especies fue el transecto 4, con un total de 7 especies entre las 2 muestras, y el resto de las muestras presentaron de 0 a 3 especies. El grupo más abundante fue el de los moluscos, con un total de 11 especies, mientras que los equinodermos y los anélidos estuvieron representados por 3 especies en cada grupo (Tabla 4. 28 y Figura 4. 130).

Tabla 4. 28. Listado de especies de INVERTEBRADOS para el potencial BANCO DE ARENA del Proyecto.

Grupo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie	T1	T1'	T2	T2'	T3	T3'	T4	T4'	T5	T5'	T6	T6'			
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Tellinidae	<i>Laciolina</i>	<i>spp.</i>							1								
			Tellinidae	<i>Tellina</i>	<i>radiata</i>				2											
			Tellinidae	<i>Laciolina</i>	<i>magna</i>				1											
	Gastropoda	Littorinimorpha	Lucinida	Lucinidae	<i>Lucina</i>	<i>pectinata</i>							1		1					
			Trochida	Calliostomatidae	<i>Calliostoma</i>	<i>spp.</i>			1											
			Caenogastropoda	Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	<i>spp.</i>				1				1						
			Strombidae	<i>Lobatus</i>	<i>gigas</i>									1						
			Littorinimorpha	Tornidae	<i>Teinostoma</i>	<i>spp.</i>										1				
			Neogastropoda	Olividae	<i>Oliva</i>	<i>reticularis</i>													1	
			Thaididae	Género 1	<i>spp.</i>					1										
Sorbeoconcha	Olivellidae	<i>Olovella</i>	<i>spp.</i>									1								
Echinodermata	Echinoidea	Clypeasteroidea	Familia 1	Género 2	<i>spp.</i>		1													
			Mellitidae	Género 3	<i>spp.</i>						1									
Annelida	Polychaeta	Ophiureidea	Amphilepidida	Amphiuridae	<i>Amphiodia pulchella</i>								1							
		Scolecida	Orbiniidae	Género 4	<i>spp.</i>					1	1		2							
		Orden 1	Familia 2	Género 5	<i>spp.</i>	1														
		Orden 2	Maldanidae	Género 6	<i>spp.</i>										1		3			
No. especies por muestra						1	1	1	3	2	2	5	2	3	0	2	0			

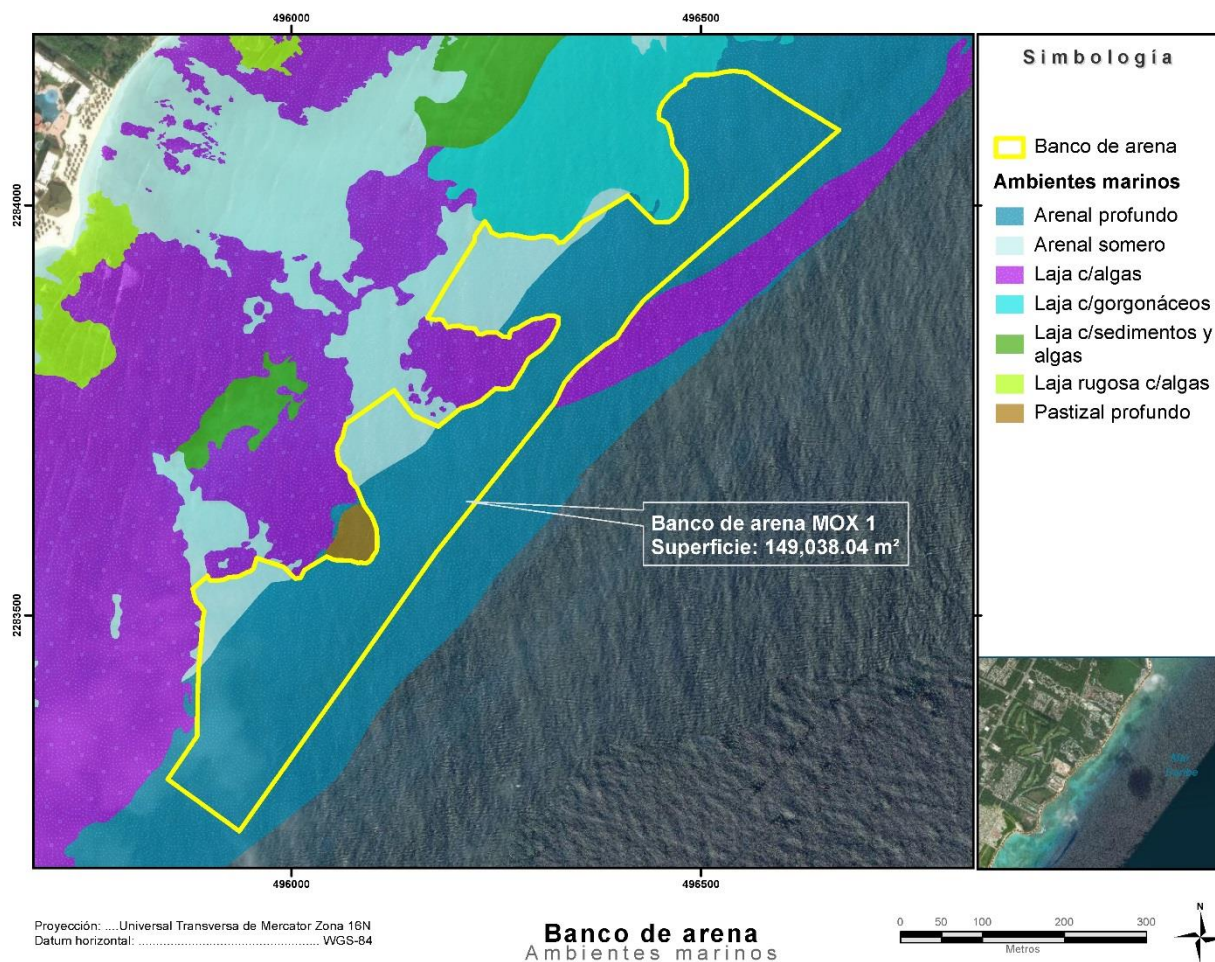
Figura 4. 130. Ejemplares de INFAUNA colectados en las muestras de sedimento. En el transecto 6 (izq.), en el transecto 3 (centro) y en el transecto 1 (der.).



4.3.2.3.7. Banco de Arena Elegible para la Extracción

A partir de la información generada durante el estudio de caracterización de la biota presente dentro del polígono definido como banco de arena se realizó un ajuste al polígono del banco que se propone como aprovechable para la extracción de arena. Esta nueva delimitación se realizó principalmente para evitar la afectación al desarrollo de una pradera de pastos marinos de la especie *Halodule wrightii*, que fue registrada dentro del primer polígono del banco de arena, como ambiente marino de Pastizal profundo. La delimitación del polígono final se muestra en la Figura 4. 131 y su superficie ha sido estimada en 149,038.04 m².

Figura 4. 131. Polígono ajustado del banco de arena como área donadora para la extracción de sedimento.



Los ambientes marinos sobre los que incidiría son: Laja con algas, Laja con gorgonáceos, Arenal somero y arenal profundo. En la Tabla 4. 29 se presentan la superficie por tipo de ambiente marino en los que incide el banco marino.

Tabla 4. 29. Superficie por tipo de ambiente marino.

Ambiente marino	Superficie		
	m ²	ha	%
Laja con algas	41.32	0.00	0.03
Laja con gorgonáceos	0.07	0.00	0.00
Arenal somero	26,000.48	2.60	17.45
Arenal profundo	122,996.17	12.30	82.53

4.3.2.3.8. Conclusiones del Estudio de Caracterización Marina

- El SAR marino definido para el proyecto presenta un sistema arrecifal poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la comunidad biótica, que no corresponde al patrón de zonación típico para los arrecifes de la región.
- La ausencia de una Cresta Arrecifal bien definida provoca que los ambientes dominantes 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 de los géneros *Porites* spp. y *Siderastrea* spp.; y poca presencia de especies constructoras arrecifales como las de los géneros *Acropora* spp. y *Orbicella* spp.
- El polígono que originalmente se definió como Banco de Arena para la extracción de sedimentos presentan una porción variable de sustrato de laja en donde no hay arena. En una parte del arenal profundo se detectó la presencia de pasto marino de la especie *Halodule wrightii*, así como moluscos gasterópodos de la especie *Strombus raninus* con actividad reproductiva y proceso de ovoposición; por lo que se redefinió el polígono del banco de arena para conservar la funcionalidad de hábitats importantes.
- Se registró la presencia de 5 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de corales (*Acropora palmata* y *Orbicella annularis*), una especie de gorgonáceos (*Plexaura homomalla*) y dos especies de pasto marino: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. También se registró la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, la cual se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de “amenazada” (A), pero se refiere únicamente a las poblaciones en el Sistema Arrecifal Veracruzano, Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna de Tamiahua en Veracruz, y en el Canal del Infiernillo en Sonora, por lo que no aplica para el presente estudio.
- Se recomienda establecer programas de restauración activa mediante el trasplante de colonias de coral para mejorar la estructura y funcionalidad del ambiente arrecifal. Este programa deberá incluir un análisis para la selección de los sitios aptos para la siembra de corales, una propuesta para establecer viveros marinos, un plan de restauración integral que incluya como principal elemento la siembra de corales, así como un programa de monitoreo para evaluar los cambios en la estructura y función de los sitios intervenidos.

4.3.3. Medio Socioeconómico

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de gran aplicación, que se ha convertido en uno de los principales instrumentos preventivos para la gestión del medio ambiente. Constituye un mecanismo cuyo objetivo supone el diagnóstico de los efectos secundarios no esperados de la implantación de un plan o programa o el desarrollo de un proyecto dentro del marco natural.

Una Evaluación de Impacto Ambiental sería una herramienta incompleta si no incorporara el análisis de los parámetros socioeconómicos, pues como se ha visto las fronteras entre lo natural y social son bastante confusas; la situación donde los recursos naturales (que alimentan la producción y reproducción social) sufren una afectación importante, tiene consecuencia directas en la comunidad social, por lo que resulta obvio que se deban estudiar, los efectos (positivos y negativos) que un determinado plan, programa o proyecto tiene sobre el medio socioeconómico (Echavarren, 2007).

4.3.3.1. Localización Regional

El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 204.73 km², lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR se localiza frente a las costas de este centro urbano.

4.3.3.2. Composición de la Estructura Poblacional

De acuerdo con los resultados del anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo, 2016, INEGI, el municipio cuenta con una población total de 209,634 personas, que representan el 14.0% de la población estatal. La población total se encuentra estructurada por 109,224 hombres (52.10%) y 100,410 mujeres (47.90%). La relación de hombres-mujeres es de 108.8 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población cuenta con 26 años o menos. Existen 40 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (INEGI, 2016).

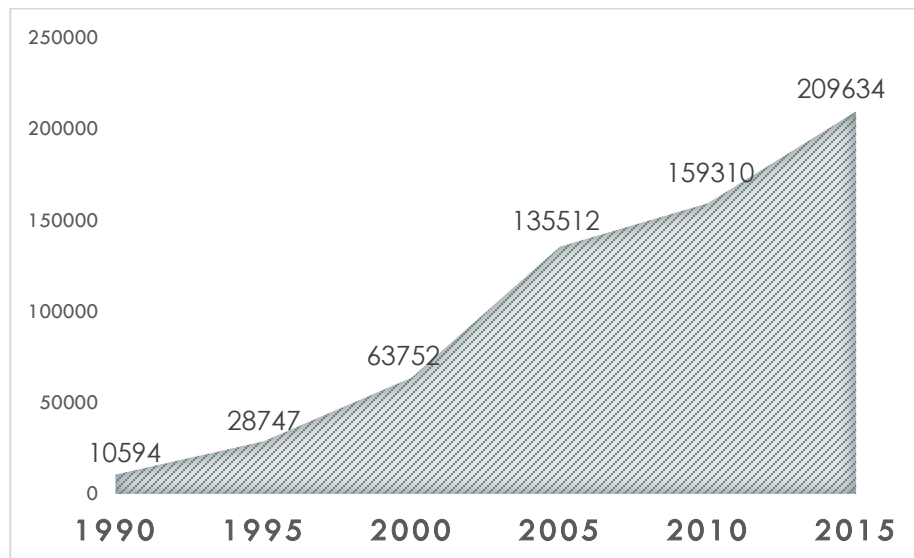
Figura 4. 132. Dinámica y estructura de la población para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).



4.3.3.3. Crecimiento Demográfico

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, *et al*, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10,594 habitantes en 1990 a 209,634 personas para 2015 (Figura 4. 133), lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.

Figura 4. 133. Crecimiento de la población en Solidaridad 1990 – 2015 (INEGI, 2016).



De acuerdo al Consejo Estatal de Población (COESPO), la población del municipio de Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, estimando que para el 2025 habrá aproximadamente 331 150 habitantes, equivalente a un crecimiento de 35%, lo que quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).

4.3.3.4. Distribución y Densidad Poblacional

La densidad de población del municipio de Solidaridad es de 92.02 hab/km²; sin embargo, este valor es relativo ya que, en la cabecera municipal Playa del Carmen se concentra aproximadamente el 94.11% de la población, haciendo la densidad de población mayor de 3 mil por km²; lo que hace atípico a las tendencias, provocando concentraciones altas de población en las zonas urbanas (Tabla 4. 30).

Tabla 4. 30. Comparativa entre la densidad de población entre Quintana Roo, Solidaridad y Playa del Carmen (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016).

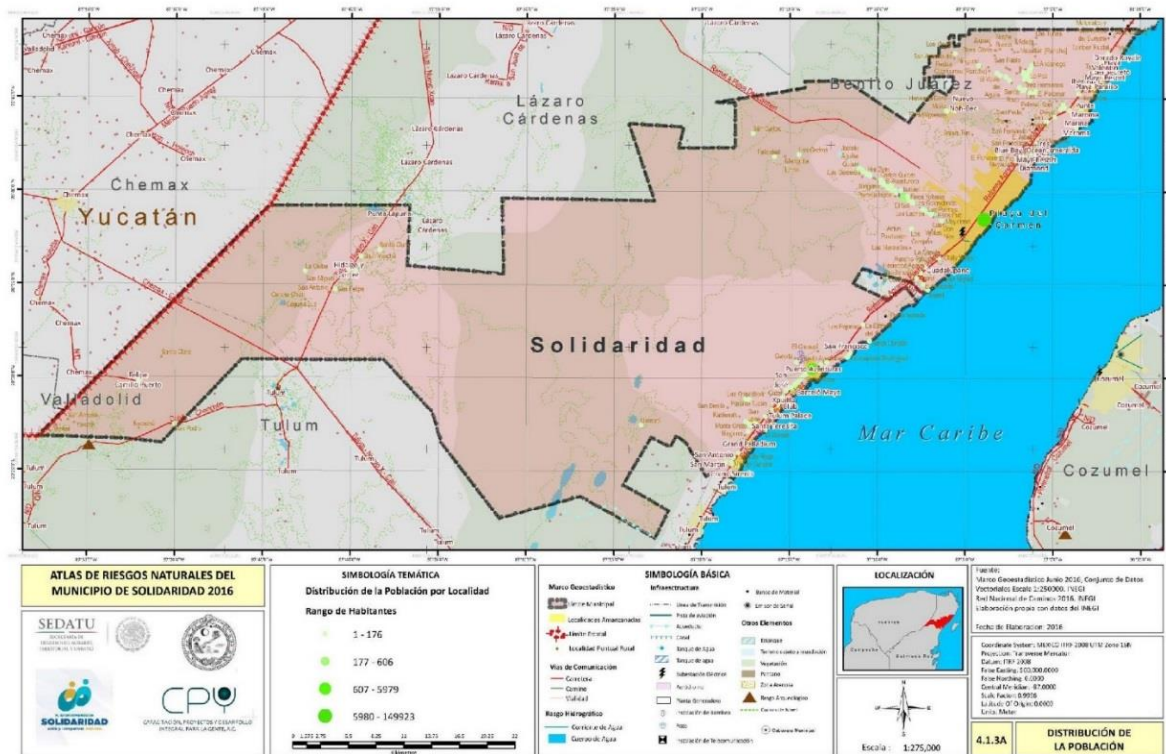
	Quintana Roo	Solidaridad	Playa del Carmen
Km ²	50 212	2 278	4 303
Habitantes	1 574 824	209 634	149 923
Densidad	31.36	92.02	34.84

La distribución de los habitantes en Solidaridad se concentra de manera desigual, ya que existen localidades con mucha población, como es el caso de Playa del Carmen y Puerto aventuras (Tabla 4. 31).

Tabla 4. 31. Densidad de población para el municipio de Solidaridad.

Total de localidades:	148
Localidades con mayor población:	
Playa del Carmen	149 923
Puerto Aventuras	5 979

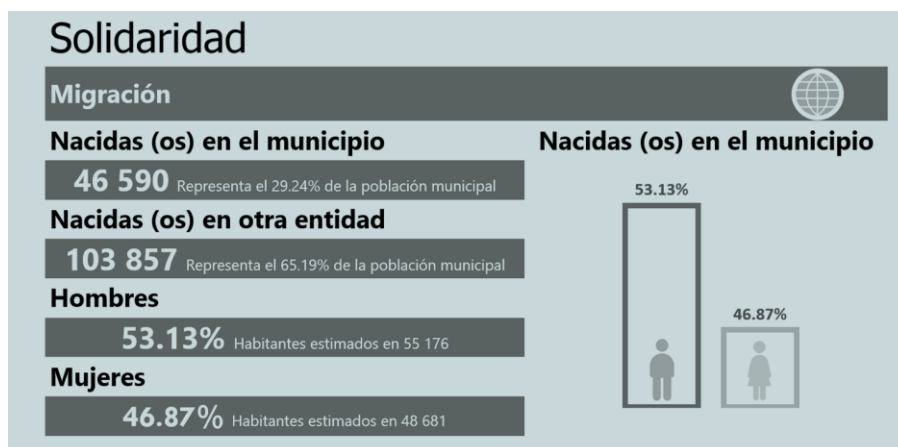
Figura 4. 134. Distribución de la población por localidad.



4.3.3.4.1. Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Con la información sobre el lugar de nacimiento, para la población que residía en Solidaridad en el 2010 (INEGI, 2010) que era originaria de Solidaridad, la componían 46,590 habitantes, 29.24% de la población total. Mientras que la población residente en el municipio nacida en una entidad distinta la integraban 103,857 personas, 65.19% de la población total. Las estadísticas por sexo indican que el porcentaje de hombres nacidos en otro lugar es mayor que el de las mujeres.

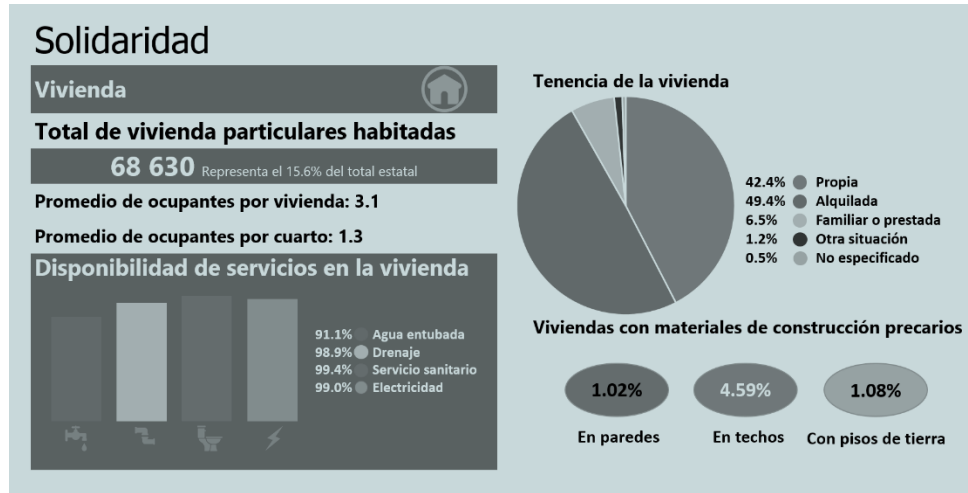
Figura 4. 135. Migración, municipio de Solidaridad (INEGI, 2010).



4.3.3.4.2. Vivienda y Urbanización

El municipio de Solidaridad registra un total de 68,630, de las cuales el 91.1% cuentan con agua entubada, 98.9% con drenaje, 99.4% con servicio sanitario y 99.0% con electricidad. El promedio de ocupantes por vivienda se estima en 3.1 y el promedio de ocupantes por cuarto en 1.3. El porcentaje de vivienda con materiales de construcción precarios se distribuye de la siguiente manera: 1.08% con pisos de tierra, 1.02% en paredes y 4.59% en techos. La tenencia de la vivienda está clasificada en propia 42%, alquilada 49.4%, familiar o prestada 6.5%, otra situación 1.2% y no especificado 0.5%.

Figura 4. 136. Vivienda y saneamiento ambiental para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).



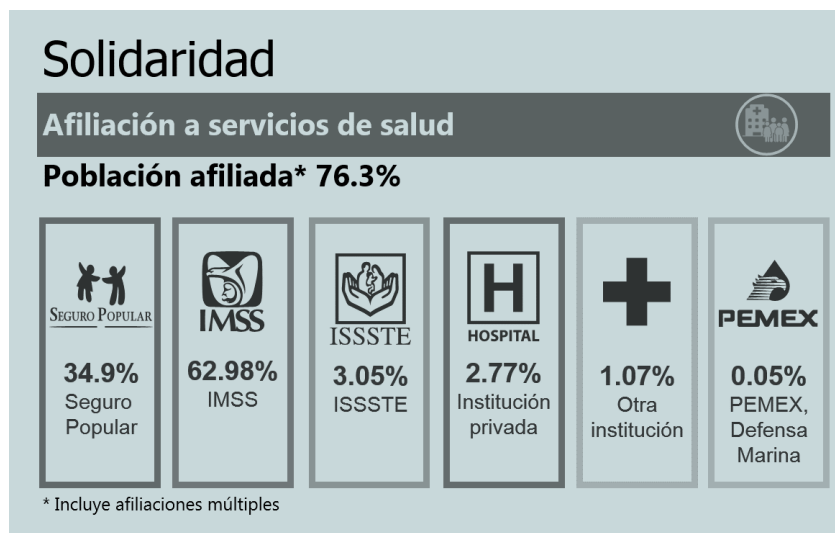
La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio son los pozos profundos de los que se registran un total de 612. El volumen promedio diario de extracción es de 791 mil metros cúbicos. Al 2015, Solidaridad cuenta con un total de 67,921 tomas domiciliarias instaladas, divididas en 62 095 domésticas, 5,661 comerciales, 4 industriales y 161 públicas. En cuanto a la energía eléctrica se cuenta con 112,696 tomas instaladas, de las cuales 112,264 corresponden a domiciliarias (domésticas, industriales y de servicios) y 432 a no domiciliarias (agrícolas, alumbrado público y bombeo de aguas potables y negras) (INEGI, 2016).

En cuanto a vías de comunicación, respecto a longitud de la red carretera según tipo de camino, el municipio cuenta 56 km de carretera troncal federal y 30 km de carreteras secundarias pavimentadas.

4.3.3.4.3. Salud y Seguridad Social

Respecto a salud el porcentaje de población afiliada a servicios de salud el municipio de Solidaridad cuenta con un 76.33 de personas afiliadas, 23.06 no afiliadas y 0.61 no especificado. La condición de afiliación se registra de la siguiente manera: 62.98% están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 3.05% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 0.05% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), Defensa o Marina, 34.90 al Seguro Popular o para una Nueva Generación, 2.77% a instituciones privadas y 1.07% a otra institución.

Figura 4. 137. Afiliación a los servicios de salud para el municipio de Solidaridad (INEGI, 2018).



De acuerdo con los servicios médicos prestado, los padecimientos más recurrentes en el 2016, fueron infecciones respiratorias agudas (46%), infecciones intestinales (13%), infecciones vías urinarias (11%). Conforme a jurisdicción sanitaria número 2, los 20 padecimientos más comunes registrados en 2016 fueron los que se presentan en la siguiente tabla (Servicios Estatales de Salud, 2016, tomado de H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016-2018).

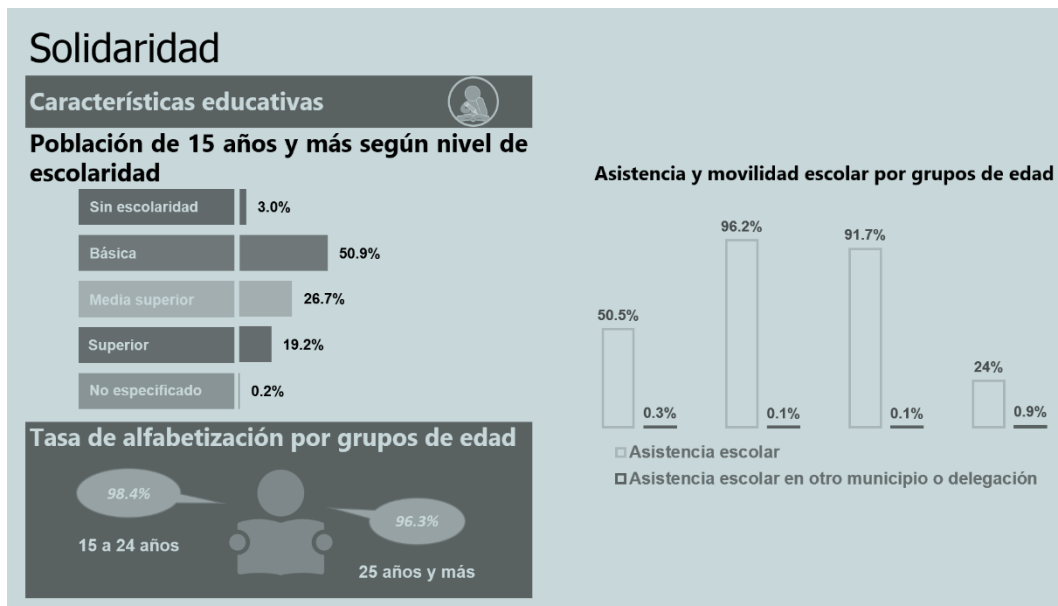
Tabla 4. 32. Padecimientos médicos más comunes en Solidaridad en 2016 (Servicios Estatales de Salud, 2016, tomado de H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016-2018).

Padecimiento	%
Infecciones respiratorias agudas	46
Infecciones intestinales	13
Infección de vías urinarias	11
Gingivitis y enfermedad periodontal	3
Síndrome febril	3
Conjuntivitis	3
Infección por virus Zika	2
Dengue no grave	2
Obesidad	2
Úlceras, gastritis y duodenitis	2
Otras helmintiasis	1
Otitis media aguda	1
Quemaduras	1
Varicela	1
Vulvovaginitis	1
Escabiosis	1
Hipertensión arterial	1
Amebiasis intestinal	1
Neumonías y bronconeumonías	0
Demás	4

4.3.3.4.4. Educación

De acuerdo con la encuesta intercensal 2015 del INEGI, en cuanto población de 4 a 14 años, el 84.09% cuenta con la aptitud para leer y escribir, y el 9.31% no sabe leer y escribir. De la población de 15 años y más según nivel de escolaridad, el 19.2% cuenta con el nivel superior de educación, el 26.7% con el nivel medio superior, el 50.9% con el nivel básico, el 3% sin escolaridad y el 0.2% no fue especificado. En cuanto a la población de 3 y más años, el 24.04% asiste al colegio y el 75.7% no asiste. El municipio cuenta con 80 planteles, 793 aulas, 4 bibliotecas, 32 laboratorios y 41 talleres (INEGI, 2016).

Figura 4. 138. Características educativas en el municipio de Solidaridad (INEGI, 2016).



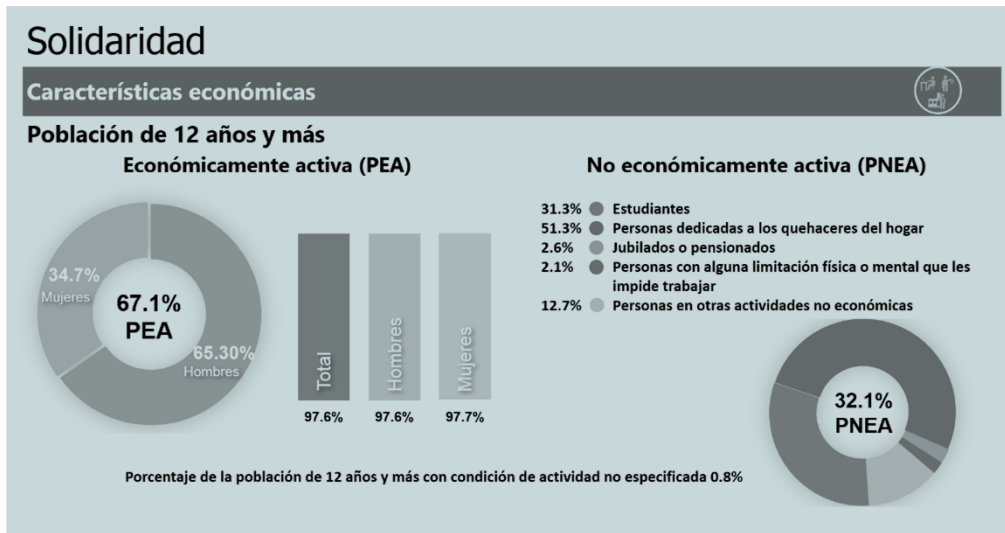
4.3.3.5. Aspectos Económicos

4.3.3.5.1. Población Económicamente Activa y Ocupada en el Municipio

Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad, que concentra el 15.2%. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.7%.

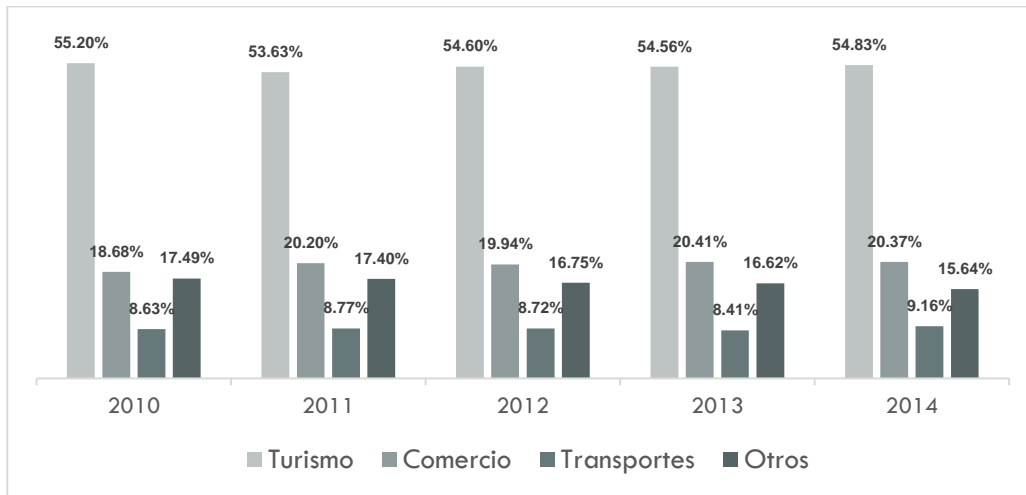
En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2015, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 162 596 personas, de las cuales 67% conforman la población económicamente activa (PEA), y el 33% se identifica como población no económicamente activa. La población ocupada ha aumentado ligeramente. En 2010 representó el 96.40% de la PEA y para 2015 se situó en un 97.64%, equivalente a 106,588 personas. La tasa de desocupación (TDA-2015) fue de 2.36%, un porcentaje menor al nacional (4%) y al estatal (2.9%) (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Figura 4. 139. Características económicas para el municipio de Solidaridad, (INEGI, 2016).



Dentro de las actividades terciarias, la población ocupada con actividades relacionadas directamente con el turismo representó para el 2014 el 54.83%, comercio 20.37%, transporte 9.16% y actividades diversas 15.64% (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Figura 4. 140. Población ocupada por actividades terciarias, municipio de Solidaridad, 2010 – 2014.



4.3.3.5.2. Población Económicamente Activa en las Principales Localidades

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, para el 2010, Playa del Carmen, cabecera municipal de Solidaridad, registró una población económicamente activa de 76,602, lo que representó, para ese año, el 51.09% de personas para la localidad. La población masculina económicamente activa fue estimada en 50,132 personas y la femenina en 26,470. La población no económicamente activa fue estimada en 32,667 habitantes.

Tanto la economía de Playa del Carmen como la del municipio y estado, está influida en buena medida por la dinámica del sector turístico. En Playa del Carmen se concentran cuatro quintas partes de la actividad económica del municipio. Los sectores que más aportaron a la economía del Playa del Carmen en el 2014, fueron el sector turismo (hotelero y preparación de alimentos y bebidas) y el comercio (Herrera, s.f.).

4.3.3.5.3. Turismo

La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2017 este sector aportó el 8.8% del producto interno bruto de México.

A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (221) y cuartos (37,203). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 30.32% de los hoteles y 39.44% de los cuartos disponibles en el estado (Tabla 4. 33).

Tabla 4. 33. Infraestructura hotelera en Quintana Roo, por municipio (INEGI, 2016).

Municipio	Hotel		Cuartos	
	Número	%	Número	%
Bacalar	21	2.88	336	0.36
Benito Juárez	187	25.65	35,549	37.69
Cozumel	49	6.72	3,704	3.93
Felipe Carrillo Puerto	10	1.37	167	0.18
Isla Mujeres	39	5.35	3,486	3.70
José María Morelos	6	0.82	41	0.04
Lázaro Cárdenas	29	3.98	547	0.58
Othón P. Blanco	82	11.25	2,510	2.66
Puerto Morelos	25	3.43	5,052	5.36
Solidaridad	221	30.32	37,203	39.44
Tulum	60	8.23	5,736	6.08
Estatal	729	100	94,331	100

En cuanto a ocupación hotelera, por centro turístico, Playa del Carmen y Playacar, ambos centros del municipio de Solidaridad, registran la llegada de 57,625 turistas residentes del país y 1,483,689 turistas no residentes en el país.

Para Playacar el porcentaje de ocupación hotelera de turistas residentes del país es de 1.9% y de no residentes en el país de 83.7%, con una estadía promedio para los primeros de 4.1 noches por turista y de 6.3 para los segundos. Para Playa del Carmen el porcentaje de ocupación hotelera de turistas residentes del país es de 1.4% y de no residentes en el país de 74.3%, con una estadía promedio para los primeros de 3 noches por turista y de 4.8 noches por turista para los segundos.

Tabla 4. 34. Principales indicadores de la ocupación de los centros turísticos por residencia del turista.

Centro turístico	Llegada de turistas	Ocupación hotelera (%)	Estadía promedio (noches por turista)
Playacar			
Residentes en el país	28,118	1.9	4.1
No residentes en el país	623,534	83.7	6.3
Playa del Carmen			
Residentes en el país	29,507	1.4	3
No residentes en el país	860,155	74.3	4.8
Total	1,541,314	-----	-----

4.3.3.6. Paisaje

El concepto de paisaje contiene intrínsecamente, un componente visual y, por tanto, una dimensión perceptiva, aspecto que constituye un paso inicial para llegar a su entendimiento y explicación. El primer peldaño del estudio del paisaje sería la descripción de lo que se ve, dando lugar en un segundo peldaño a la interpretación y explicación. Así el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por lo elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, tipo y estructura de las formaciones vegetales, etc.) (García Ramón, 1981; citado por Martínez, et al., 2003).

De acuerdo a lo anterior, el paisaje en este apartado, es un elemento de análisis entendido desde su enfoque visual-perceptivo y para su valoración fueron evaluados tres componentes: La calidad visual, la fragilidad visual y la capacidad de absorción visual del paisaje.

- Metodología

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por *Bureau of Land Management* (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual⁵ y la capacidad de absorción visual del paisaje⁶, se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1987) y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), respectivamente. Para el análisis de los tres componentes se optó por realizar una evaluación conjunta del área del Proyecto, por considerar que las variables evaluadas poseen valores similares si está se dividiera en varias unidades de estudio, siendo posible encontrar un resultado global que represente a toda el área.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 4. 35 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 4. 36.

Tabla 4. 35. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1

⁵ Susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él... (Cienfuentes, 1979).

⁶ Aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual (Montoya et al., 1999).

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Tabla 4. 36. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Fragilidad visual

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escribano se presentan en la Tabla 4. 37 y los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 4. 38.

Tabla 4. 37. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
		herbácea.		
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o Sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
	Puntuación	5	3	1
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
	Puntuación	5	3	1
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Tabla 4. 38. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 - 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

R = Potencial estético.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 4. 39 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 4. 40.

Tabla 4. 39. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25–55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajos de erosión y inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 4. 40. Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

- Evaluación

Utilizando la metodología descrita previamente a continuación se presentan las tablas de calidad visual (Tabla 4. 41), fragilidad visual (Tabla 4. 42) y capacidad de absorción visual (Tabla 4. 43) correspondientes al paisaje en el SAR del Proyecto, de acuerdo al análisis realizado.

Tabla 4. 41. Evaluación de la calidad visual.

Componente valorado	Puntuación
Morfología	1
Vegetación	3
Color	5
Cuerpos de agua	0
Fondo escénico	5
Singularidad o rareza	1
Actuaciones humanas	0
Valor de calidad visual	15

Tabla 4. 42. Evaluación de la fragilidad visual.

Elemento valorado	Puntuación
Pendientes	1
Densidad vegetación	3
Contraste vegetación	3
Alturas vegetación	3
Tamaño de la cuenca visual	3
Forma de la cuenca visual	3
Compacidad	3
Unicidad del paisaje	3
Accesibilidad visual	3
Accesibilidad física	1
Valor de fragilidad visual	26

Tabla 4. 43. Capacidad de absorción visual.

Factor valorado	Puntuación	
	Nominal	Numérico
Pendiente	Alto	3
Diversidad de vegetación	Moderado	2
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Bajo	1
Potencial estético	Moderado	2
Actuación humana	Alto	3
Contrastes de color	Moderado	2
Valor de la capacidad de absorción visual		30

De acuerdo con las puntuaciones establecidas en la Tabla 4. 41, Tabla 4. 42 y Tabla 4. 43, las valoraciones en relación a calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción visual del SAR para el Proyecto se presentan integradas en la Tabla 4. 44.

Tabla 4. 44. Resumen de la evaluación de la calidad y fragilidad visual, así como la capacidad de absorción del SAR del Proyecto.

Calidad	Fragilidad	CAV
Clase B	Media	Alta

Los resultados del inventario de recursos visuales del SAR del Proyecto son los siguientes:

- **Pendiente:** Predominan las zonas a nivel del mar, y prácticamente planas en su totalidad.
- **Vegetación:** Debido a que el área evaluada se encuentra inserta en una zona de desarrollo turístico, la vegetación se ha visto fragmentada y perturbada en gran medida, existen especies pioneras, rastreras, arbustivas y arbóreas, sin embargo, la diversidad no es amplia. Algunas de las especies presentes corresponden a vegetación inducida.
- **Cuerpos de agua:** No se registra presencia de cuerpos de agua.
- **Acción antrópica:** Existe presencia y modificación del paisaje debido a este factor, la actividad productiva de la región (turismo) demanda la utilización de grandes extensiones de terrenos.
- **Fondo escénico:** En el área evaluada se observa el mar Caribe, lo que potencializa la significancia visual del sitio.
- **Variabilidad cromática:** La variabilidad cromática se remite a tres aspectos bien definidos, los tonos verdes para la vegetación, los pardos para la zona de playa y los azules del mar Caribe.
- **Singularidad o rareza:** El paisaje resulta común a otros sitios circundantes.

Descripción del análisis de la evaluación

El paisaje en el SAR del Proyecto se encuentra dominado por formas de relieve planas, con comunidades de vegetación que han sido fragmentadas y perturbadas en mayor o menor grado y zona de playa altamente erosionada; sin embargo, la presencia del mar Caribe potencializa la calidad escénica del área. La accesibilidad visual presenta interferencias de visibilidad hacia el oeste debido a la presencia de infraestructura turística, sin embargo, la morfología permite la visibilidad a grandes distancias en dirección norte, este y sur.

Con relación a los elementos antrópicos, los desarrollos turísticos caracterizan gran parte del área evaluada, lo que contrarresta el impacto visual que puede tener dicha infraestructura ante los observadores. En la parte marina, hacia el norte, se encuentran instaladas obras de protección costera, algunas de las cuales son visibles únicamente en bajamar, otras, las más cercanas a la costa (bolsacretos), serán removidas, por lo que en algún momento la calidad visual del paisaje se verá incrementada.

Considerando lo anterior se puede decir que el área ha perdido cierto grado de naturalidad, derivado de las modificaciones al entorno realizadas por las actuaciones humanas, intervenciones que no logran disminuir la calidad visual y ambiental del conjunto. Como resultado de estas modificaciones se han afectado algunos componentes originales del paisaje.

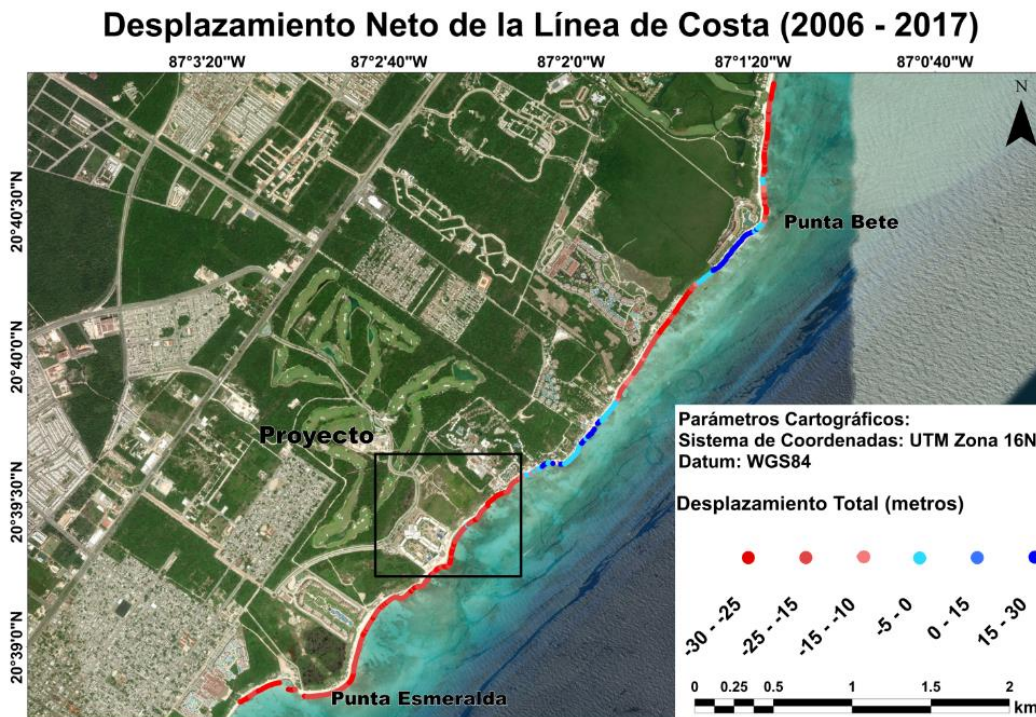
De acuerdo a la valoración de la fragilidad visual, el SAR cuenta con una capacidad de absorción visual alta, por lo que, si bien el paisaje en el sistema presenta cierta carga de impactos ambientales, las obras y actividades consideradas en el Proyecto, no generarán efectos adversos significativos, considerando que algunas de ellas solo se realizarán de manera temporal. En el caso de las obras de protección costera (rompeolas) solo serán visibles durante la bajamar, en cambio los hábitats artificiales no serán visibles en ningún momento. Respecto a la actividad de restauración de la playa, una vez concluida, elevará la calidad paisajística del área.

4.4. Diagnóstico Ambiental

El SAR cuenta con una superficie de 304.01 ha, de las cuales 6.82 ha pertenecen a superficie terrestre y 219.9 ha a superficie marina. Éste corresponde con un área caracterizada por el desarrollo turístico, en la que el paisaje ha perdido cierto grado de naturalidad derivado de las modificaciones al entorno originadas por las actuaciones humanas.

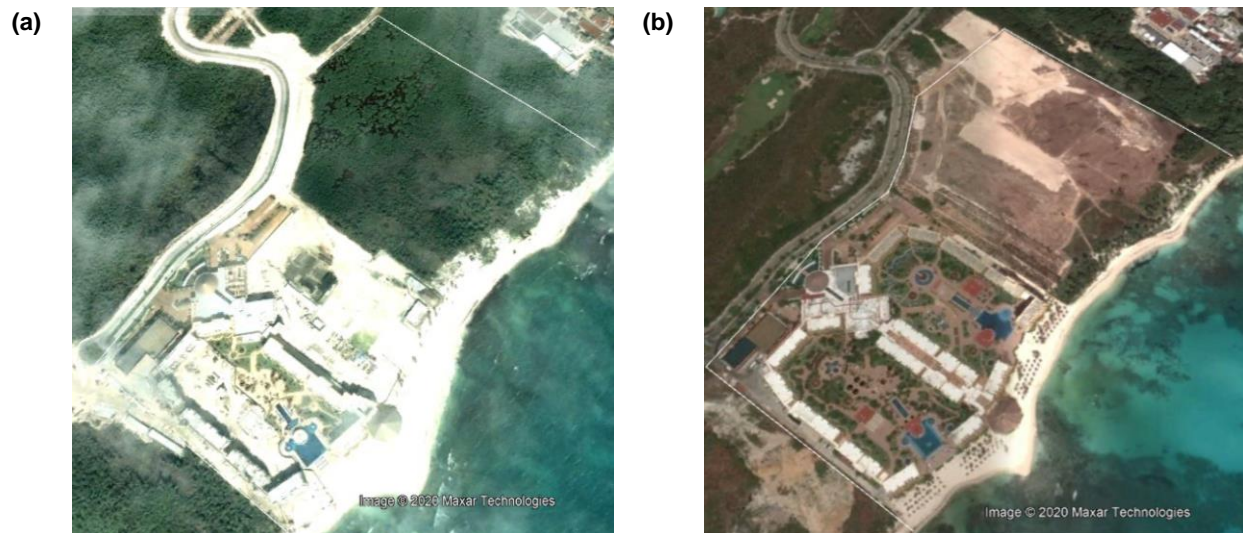
La porción terrestre del SAR corresponde a la franja costera relacionada con el ambiente de playa, en la que no se cuenta con registro de vegetación y fauna. El litoral es de tipo arenoso y expuesto al oleaje, así como a los fenómenos hidrometeorológicos, como las tormentas y huracanes, en donde el proceso de erosión y retroceso en la línea de costa es una afectación ambiental de origen natural, permanente y acumulativa (Figura 4. 141).

Figura 4. 141. Cambio de posición de la línea de costa en el periodo 2006- 2017, para la región que abarca el sistema ambiental regional, de Punta Bete a Punta Esmeralda (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).



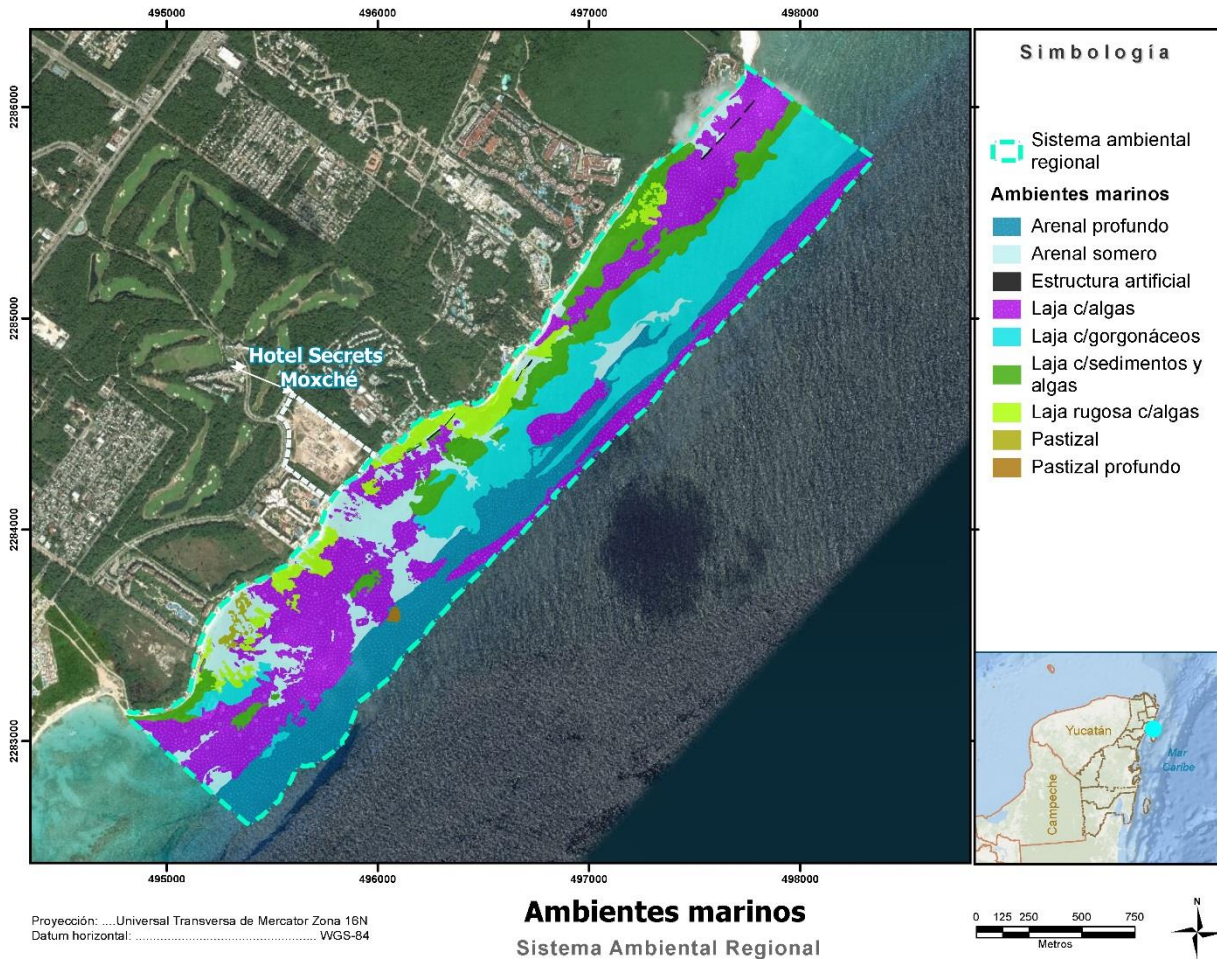
En particular para el área del Proyecto, el análisis de la línea de costa presentado en el apartado 4.3.1.8.8 Dinámica litoral, indica como claramente es apreciable este retroceso en la línea de costa (Figura 4. 142), llegándose a presentar un máximo de 20 m en el periodo comprendido de 2006 a 2017.

Figura 4. 142. Imágenes satelitales que muestran el estado de la playa frente al hotel Secrets Moxche: (a) 2006; (b) 2017.



En su parte marina del SAR se reconocieron nueve tipos de ambientes (Figura 4. 143) en función del tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante. Dichos ambientes son: 1) Arenal somero (11.84%), 2) laja con sedimentos y algas (10.17%), 3) pastizal (0.38%), 4) estructura arrecifal (0.12%), 5) laja rugosa con algas (5.02%), 6) laja con algas (32.85%), 7) laja con gorgonáceos (21.70%), 8) pastizal profundo (0.11%) y 9) arenal profundo (17.81%).

Figura 4. 143. Tipos de ambientes identificados en el sistema ambiental regional del Proyecto.



Los principales grupos taxonómicos muestreados fueron los corales duros (escleractinios), corales blandos (gorgonáceos), peces arrecifales (ictiofauna), vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) e invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos). Para el SAR se registró un total de 15 especies de corales duros, 2 especies de hidrocorales, 18 especies de corales blandos, 53 especies de peces, 58 especies de vegetación marina y 34 especies de invertebrados. Del total de especies registradas cinco se encuentran en alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres de ellas sujetas a protección especial y dos amenazadas (Tabla 4. 45).

Tabla 4. 45. Especies presentes en el área de estudio que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sujetas a protección especial (Pr) o Amenazadas (A).

TAXA	Especie	Nivel de protección
Corales	<i>Acropora palmata</i>	Pr
	<i>Orbicella annularis</i> ⁷	A
Gorgonáceos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr
Pasto marino	<i>Thalassia testudinum</i> ⁴	Pr
	<i>Syringodium filiforme</i> ⁴	A

El SAR en su parte marina presenta un ecosistema de arrecife poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la comunidad biótica que ahí habita. Dada esta situación, esta parte del arrecife resulta atípica para el resto del estado de Quintana Roo, y para el Caribe en general, ya que no presenta el patrón de zonación arrecifal típico descrito para la región (Gutiérrez *et al.* 1995, Padilla *et al.*, 1994). La principal diferencia que se aprecia es la ausencia de una cresta arrecifal, representada por la cordillera somera de sustrato formado por esqueletos de coral, principalmente de la especie ramificada *Acropora palmata*, por lo que tampoco se forma una zona de laguna arrecifal en donde persisten las praderas de pasto marino en grandes extensiones. Siendo así, la parte somera contigua a la línea de costa está más bien representada por la subzona de la transición barlovento, conformada por una planicie de laja calcárea de poco relieve, generando ambientes muy homogéneos, poco diversos y con escasa biota marina asociada.

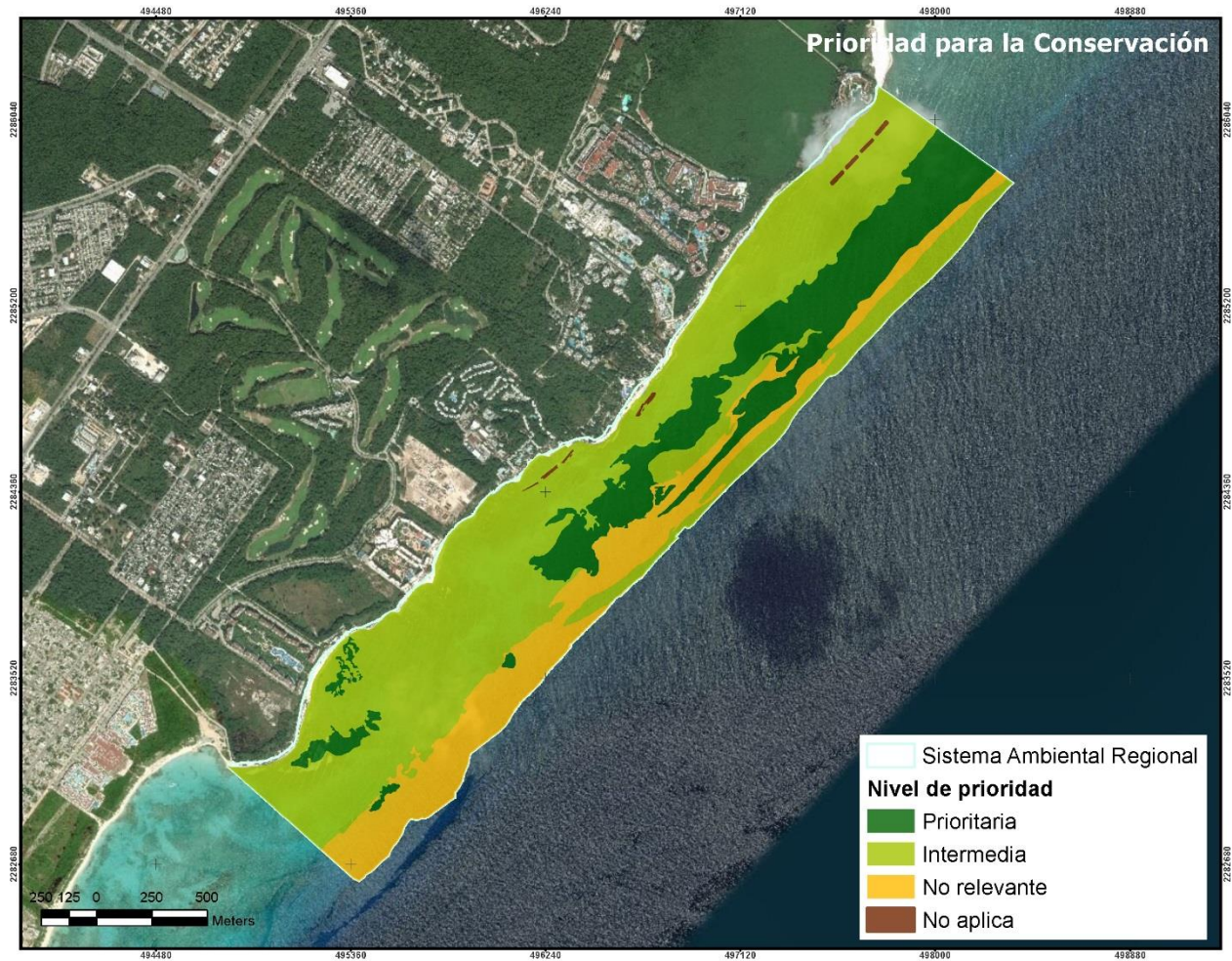
En un ecosistema de arrecife, el elemento biótico con mayor relevancia ecológica es la comunidad de corales escleractinios. Sin embargo, dentro del SAR que se reconoció para el Proyecto este grupo taxonómico está muy pobremente representado. El hecho de que la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre para el arrecife objeto de este estudio aplica no solo por la escasa cobertura de tejido vivo y bajo número de especies que presenta, sino también por la composición de especies presente en las distintas áreas arrecifales.

El SAR de este estudio se encuentra en un grado de deterioro similar al que afecta todo el Sistema Arrecifal Mesoamericano, en donde más del 50% de los arrecifes se encuentran en condición pobre o crítica debido a un decremento de la cobertura coralina asociado a un incremento de la cobertura de algas carnosas y filamentosas (McField, *et al.*, 2020).

De acuerdo al análisis realizado para conocer el grado de conservación del SAR, los ambientes marinos que cuentan con mayor grado, y por lo tanto deben considerarse como prioritarios para su conservación, son los denominados pastizal, pastizal profundo y laja con gorgonáceos (Figura 4. 144).

⁷ Especies incluidas en la modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010; publicado en DOF:14/11/2019.

Figura 4. 144. Mapa de prioridad para la conservación en los tipos de ambientes marinos del sistema ambiental regional.



El SAR en su ambiente marino también se caracteriza por la presencia de otros proyectos de protección costera, implementados por la necesidad, al igual que el Proyecto, de minimizar el riesgo de erosión que presenta la costa y la mitigación de los efectos originados por el cambio climático.

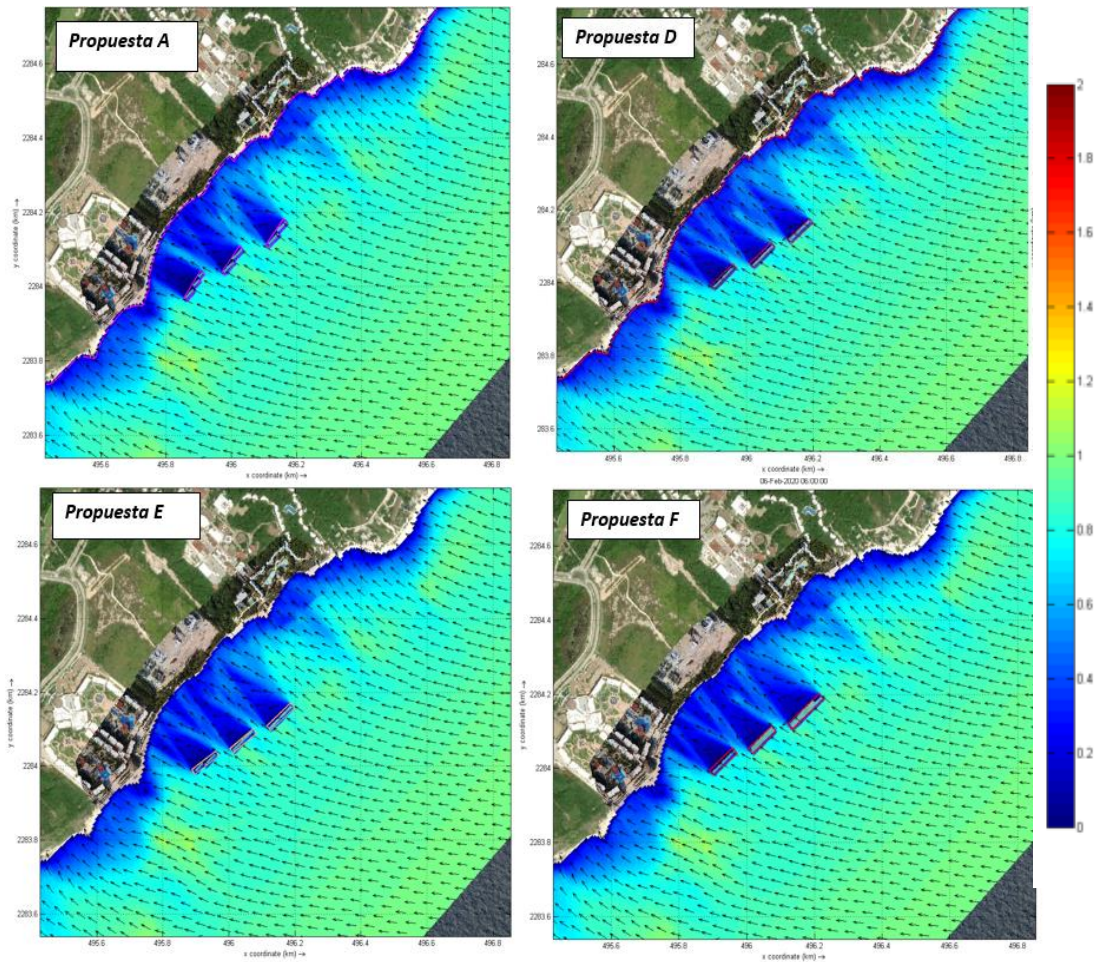
En conclusión, el diagnóstico ambiental del SAR es de un área que carece de una protección natural al registrarse en su porción marina un ecosistema de arrecife poco desarrollado, en donde el elemento biótico con mayor relevancia, corales duros, como principal constructor del arrecife, está pobremente representado. Derivado de lo anterior la incidencia del oleaje, los eventos extremos, como tormentas y huracanes, así como los efectos del cambio climático, mantiene al área en un proceso de erosión permanente y continuo, así como una constante pérdida de sedimentos (arena). Bajo esta perspectiva, las obras y actividades consideradas en el Proyecto beneficiarán de manera positiva a mejorar las condiciones del área y frenar el deterioro que actualmente registra el litoral, además contribuirán a continuar la línea de protección que ya han establecido los otros proyectos presentes en el SAR para la protección de la zona costera.

4.4.1. Pronóstico Ambiental con la Implementación del Proyecto

El análisis mediante modelos numéricos aplicados al Proyecto, realizados por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y Tecnoceano S.C., evaluó tanto el impacto como la eficiencia de su implementación. Para ello fueron utilizados los modelos WAPO (*Wave Propagation on the Coast*), COCO (CORrientes COsteras) y Delft3D, los cuales indicaron que la propuesta final elegida para el Proyecto favorecería la llegada de un oleaje menos energético a la playa, tanto en condiciones de calma como de tormenta, lo que ocasionaría una menor pérdida de playa seca, como consecuencia, la circulación y magnitud de las corrientes inducidas por el oleaje se reducirían, favoreciendo así la permanencia del sedimento en la playa.

Para llegar a esta propuesta final, previamente el IIUNAM y Tecnoceano analizaron varias opciones de diseños de estructuras de protección (Figura 4. 145), considerando para ello criterios como, ser lo menos invasivo con el medio ambiente, económicamente viable y que ofreciera protección suficiente durante un ciclo de condiciones atmosféricas (Nortes, Estes y Suradas) de calma y tormenta típica. Adicionalmente, esta propuesta debería mimetizarse y trabajar en conjunto con el diseño de protección del hotel colindante Sandos Caracol (el cual actualmente se encuentra en evaluación).

Figura 4. 145. Diseños (A, D, E y F) de protección evaluados en condiciones de calma ($H_s = 1m$, $T_p = 6$ segundos y $Dir = 95^\circ$).



La propuesta final, elegida con base al análisis de los resultados de los modelos de la IIUNAM y Tecnoceano, fue el diseño "A". De acuerdo a la experiencia con otros proyectos en el Caribe, los especialistas indican que es posible que después de que se establezca la costa, la protección requiera de adecuaciones, dependiendo de las condiciones marinas, por lo que se propone realizar un monitoreo post proyecto para definir si es necesario llevar a cabo la Fase II presentada y descrita en Capítulo 2 de este manifiesto.

4.4.1.1. Evaluación de Efectos de Reflexión del Oleaje en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo WAPO

Una vez definida la propuesta final de protección, se procedió a evaluar el impacto del proyecto sobre los procesos de reflexión y difracción del oleaje. Estos procesos físicos se producen por la interacción de la ola con el fondo marino u obstáculos presentes. Las Figura 4. 146 y Figura 4. 147 comparan la deformación de los frentes de ola que indican de manera perpendicular y oblicua a la costa en condiciones actuales y considerando la presencia del proyecto en Fase I y Fase II.

Figura 4. 146. Comparación de la modificación del frente de ola en condiciones actuales (izquierda) y con la propuesta en la Fase I (derecha). En condiciones de oleaje proveniente del norte (arriba), del este (centro) y del sur (abajo). El blanco resalta el área de influencia. Los mayores efectos de reflexión son mar adentro sin afectar la línea de playa.

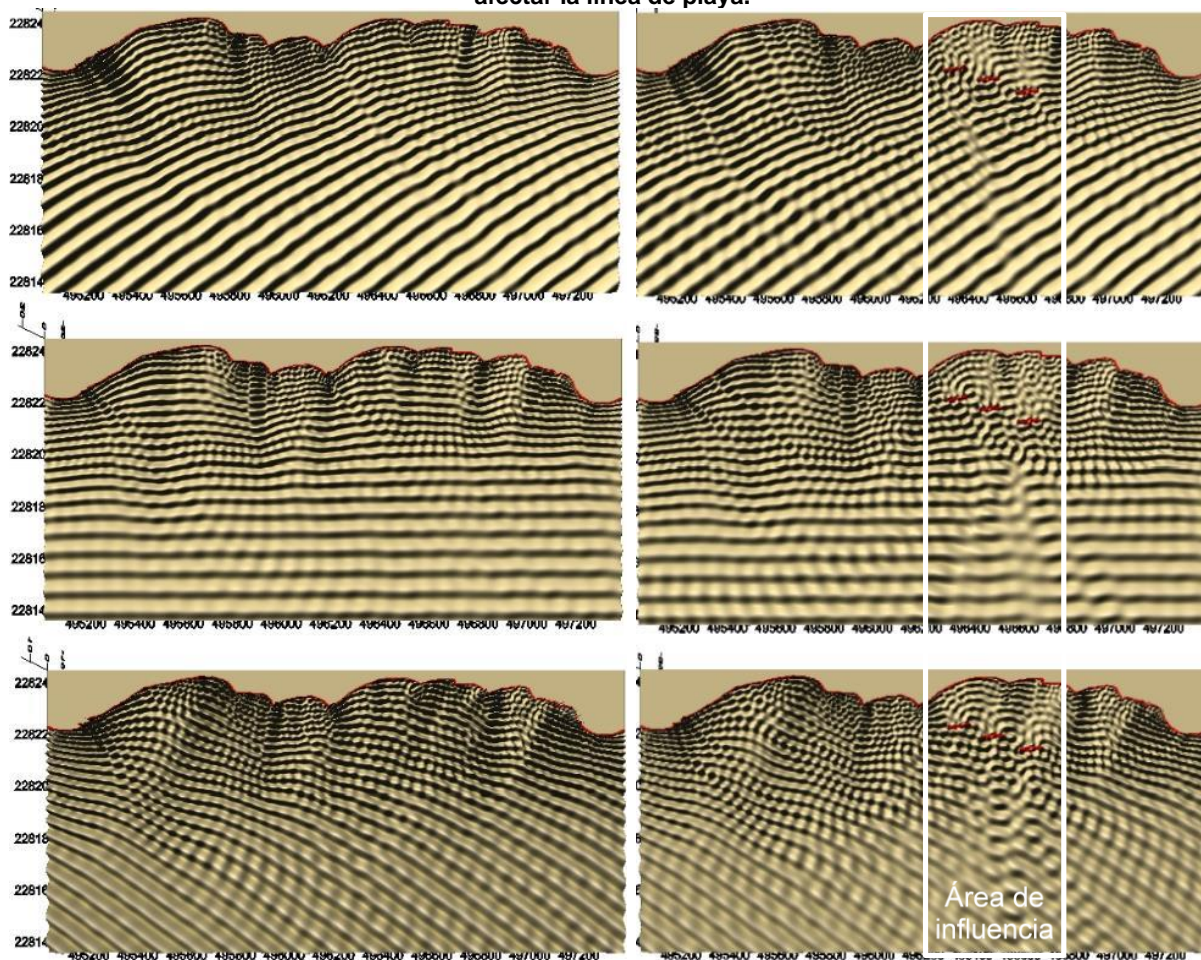
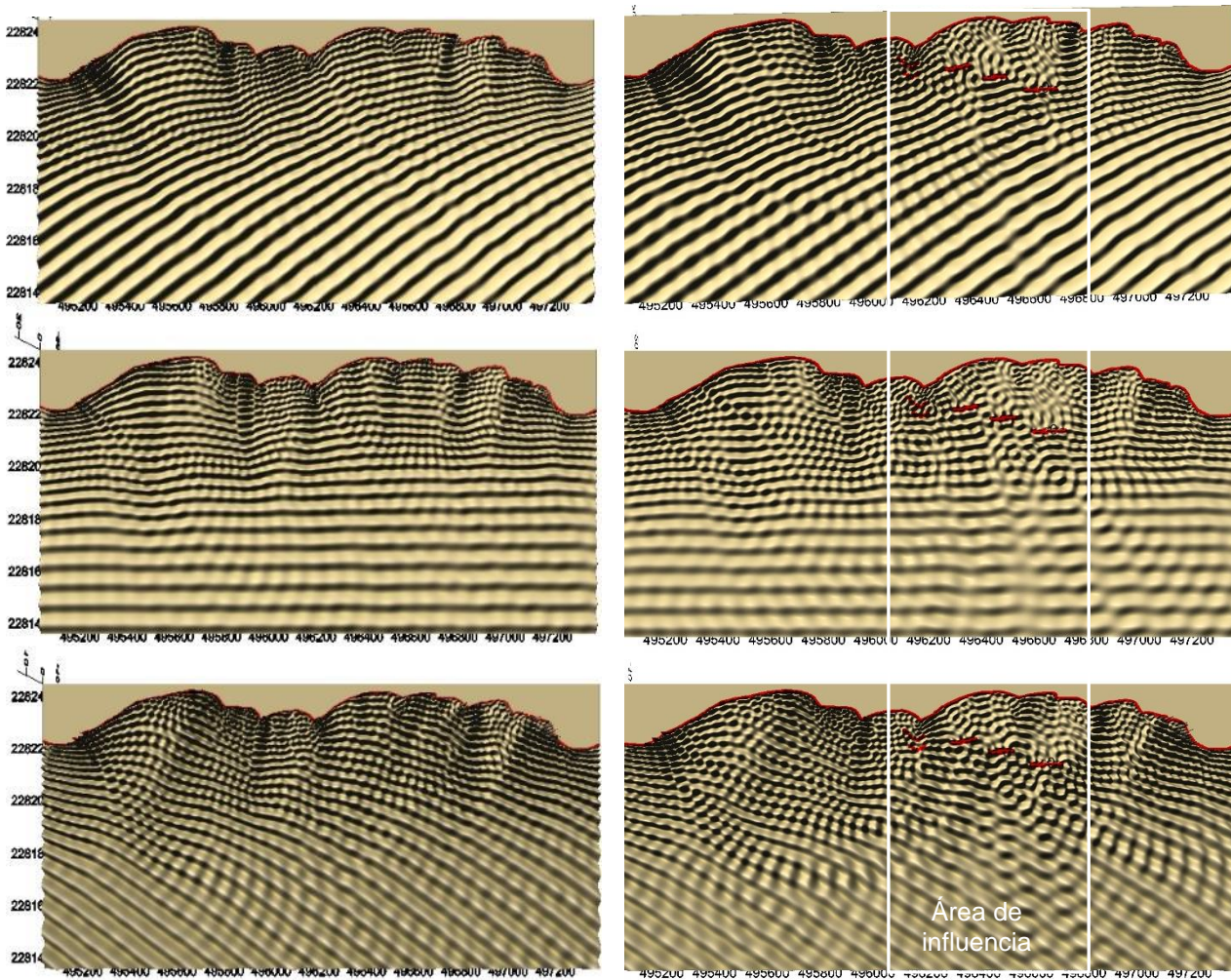


Figura 4. 147. Comparación de la modificación del frente de ola en condiciones actuales (izquierda) y con la propuesta en la Fase II (derecha). En condiciones de oleaje proveniente del norte (arriba), del este (centro) y del sur (abajo). El blanco resalta el área de influencia. Los mayores efectos de reflexión son mar adentro sin afectar la línea de playa.



Los resultados del modelo de ambas fases, muestran efectos locales con un comportamiento al esperado. Al comparar los frentes en condiciones actuales y con proyecto, podemos observar que existe un área en donde los patrones del frente de ola son iguales y un área donde se observan ligeros cambios indicando el área de influencia del proyecto. Al pasar por los rompeolas, el frente que va perpendicular a la costa se deforma en abanico, focalizando el resto de la energía de la ola en ciertas áreas. La ubicación de estos focos, dependerá de la dirección de incidencia del oleaje lo cual debería generar una playa con salientes y valles.

4.4.1.2. Evaluación de la Corriente Inducida por el Oleaje en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo COCO

Mediante la utilización del modelo COCO se realizó la modelación para evaluar el efecto del proyecto sobre la corriente inducida por el oleaje. Los resultados del modelo de ambas fases del proyecto muestran efectos locales con un comportamiento al esperado, es decir, la reducción de la corriente inducida por el oleaje en la playa frente al proyecto de protección para estabilizar la línea de costa. Al comparar la corriente en condiciones actuales y con Proyecto, podemos observar que existe un área en donde las corrientes son iguales y un área donde la corriente en la zona de playa se minimiza.

Figura 4. 148. Comparación de la modificación del frente de ola en condiciones actuales (izquierda) y con la propuesta en la Fase I (derecha). En condiciones de oleaje proveniente del norte (arriba), del este (centro) y del sur (abajo). El polígono blanco resalta el área de influencia. Los mayores efectos de reflexión son mar adentro sin afectar la línea de playa.

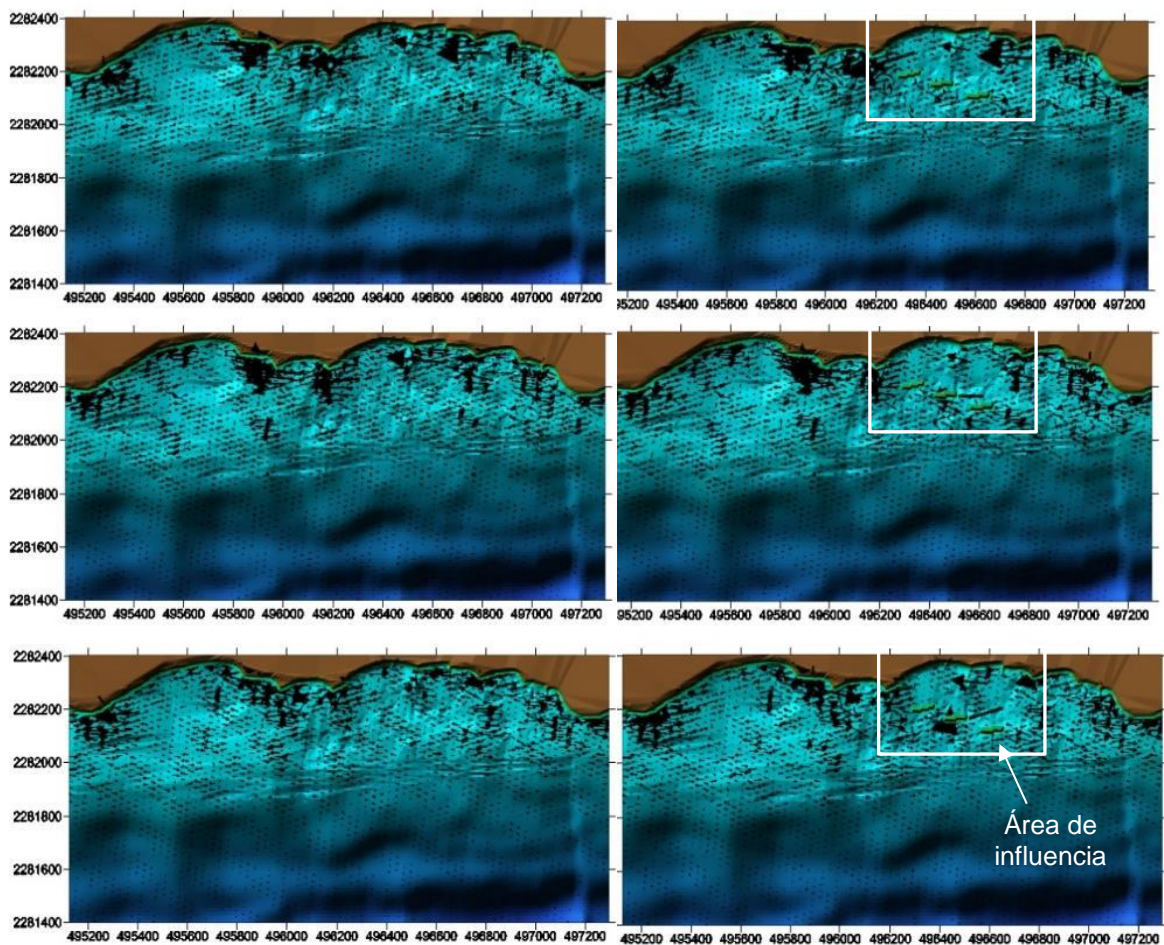
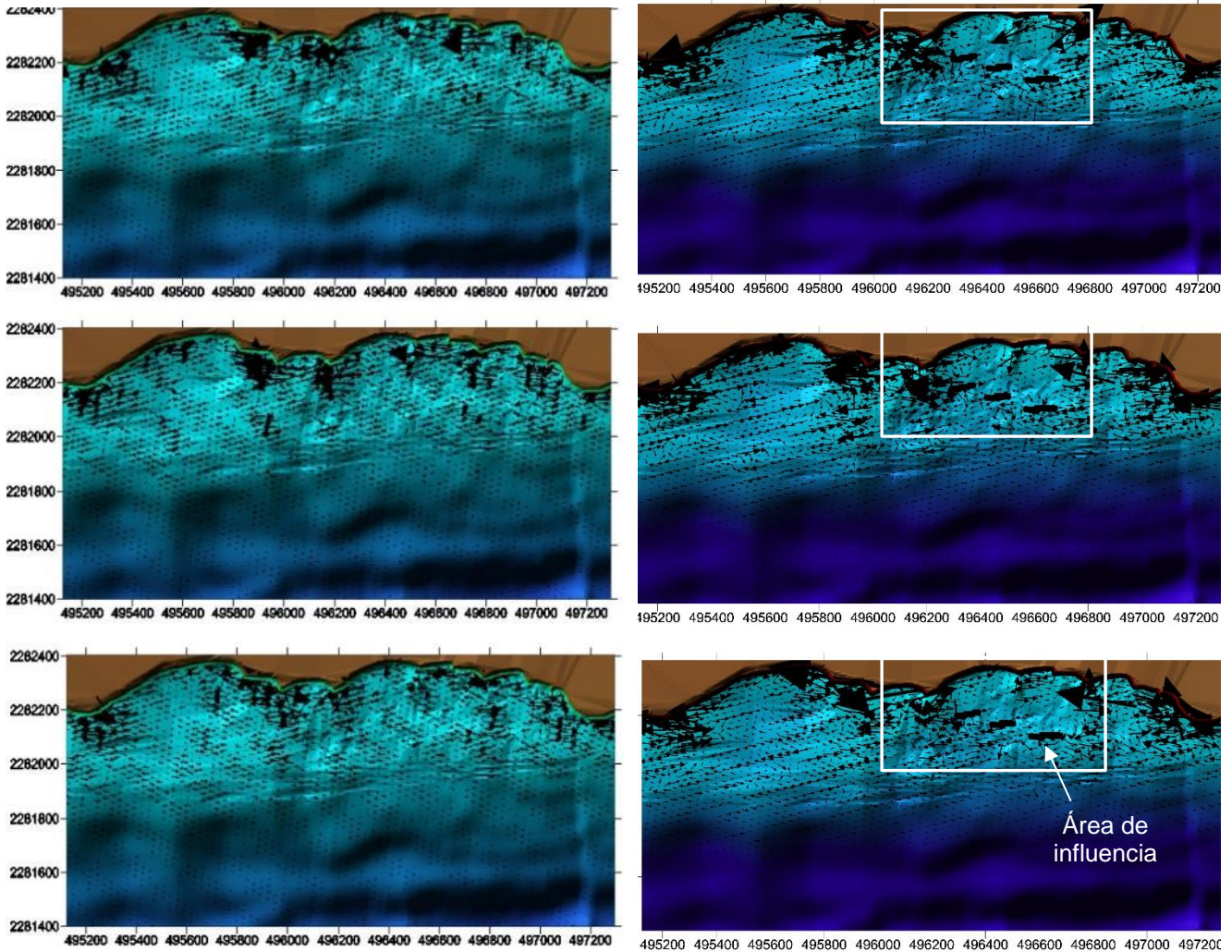


Figura 4. 149. Comparación de la modificación del frente de ola en condiciones actuales (izquierda) y con la propuesta en la Fase II (derecha). En condiciones de oleaje proveniente del norte (arriba), del este (centro) y del sur (abajo). El polígono blanco resalta el área de influencia. Los mayores efectos de reflexión son mar adentro sin afectar la línea de playa.



4.4.1.3. Evaluación Hidro-morfodinámica del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional con el Modelo DELFT3D

DELFT3D es un conjunto de modelos numéricos que permiten la simulación hidrodinámica, morfológica y de calidad de agua en zonas costeras. El modelo permite manipular diferentes opciones para los parámetros e ingreso de datos, con lo que se logran simulaciones que representan la realidad de forma muy cercana. Una vez definido el dominio (área de estudio) se aplicaron los forzamientos principales que inducen el movimiento del agua como son, marea, viento y oleaje. Para calibrar el modelo se utilizaron los datos obtenidos por el ADCP y se compararon con los datos obtenidos del modelo. Los factores de calibración utilizados fueron las mareas, las corrientes y el oleaje incidente.

4.4.1.3.1. Impacto del Proyecto sobre el Oleaje Incidente

Los resultados que se presentan en la Figura 4. 150, Figura 4. 151, Figura 4. 152 y Figura 4. 153, muestran el campo de altura de la ola incidente, considerando y excluyendo la implementación del Proyecto; los colores rojos indican olas de 1 m de altura y los colores azules alturas despreciables o nulas. Los vectores indican la dirección de la ola para el oleaje incidente más representativo del año (Nortes, Estes y Suradas) bajo condiciones de calma y de tormenta.

Figura 4. 150. Campo de oleaje de calma considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el área de estudio y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase I.

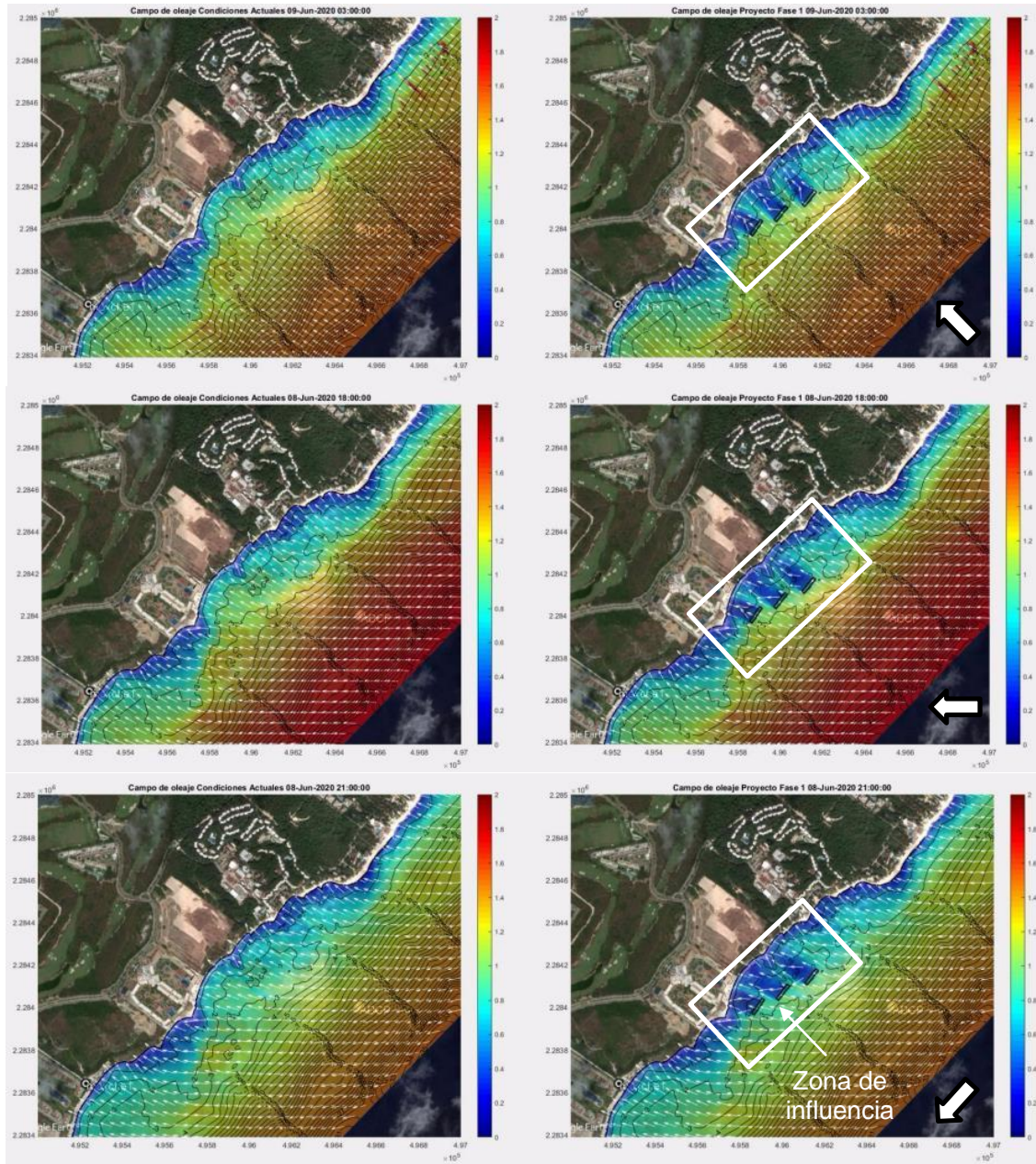


Figura 4. 151. Campo de oleaje de tormenta considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el área de estudio y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase I.

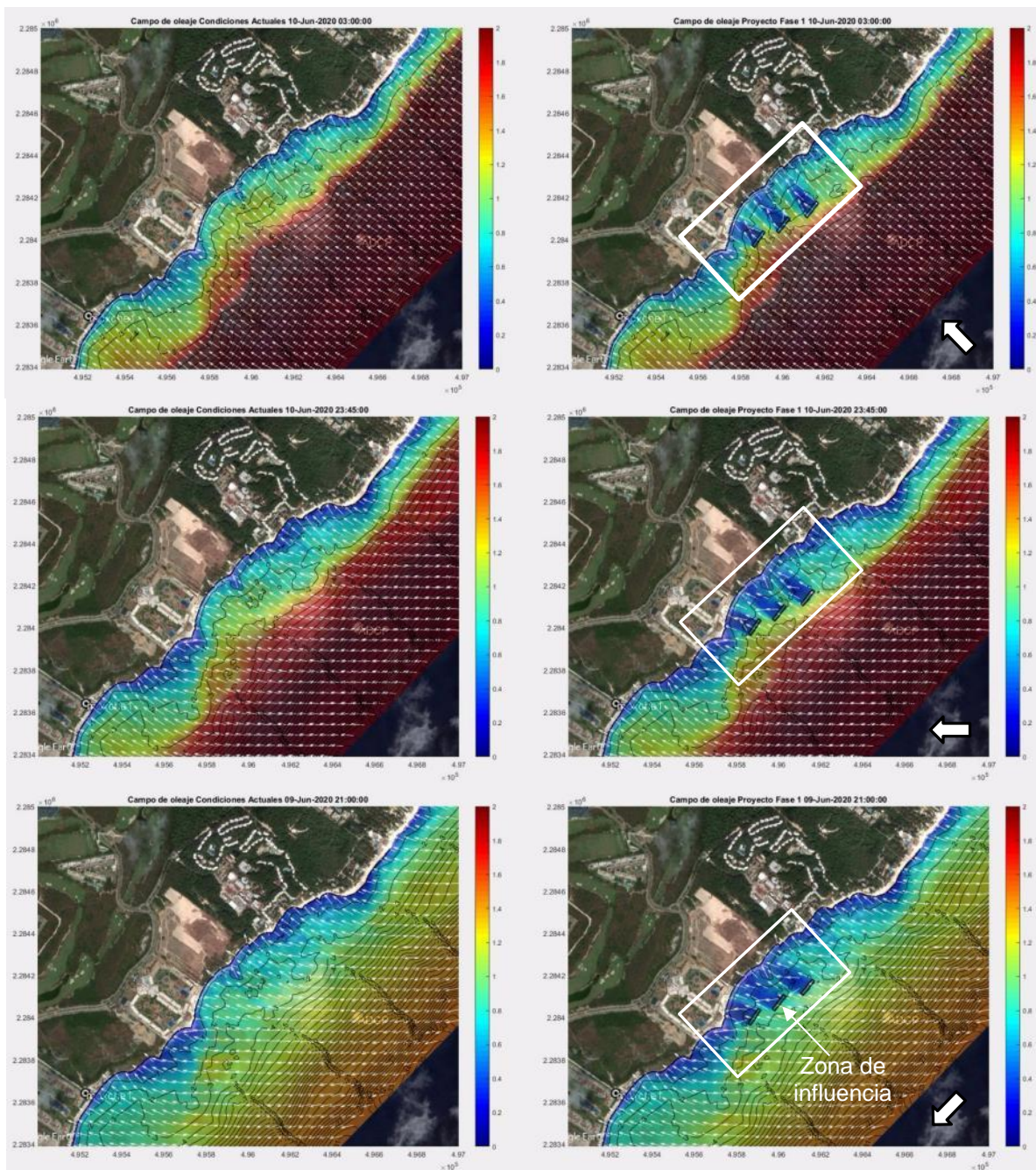


Figura 4. 152. Campo de oleaje de calma considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el área de estudio y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase II.

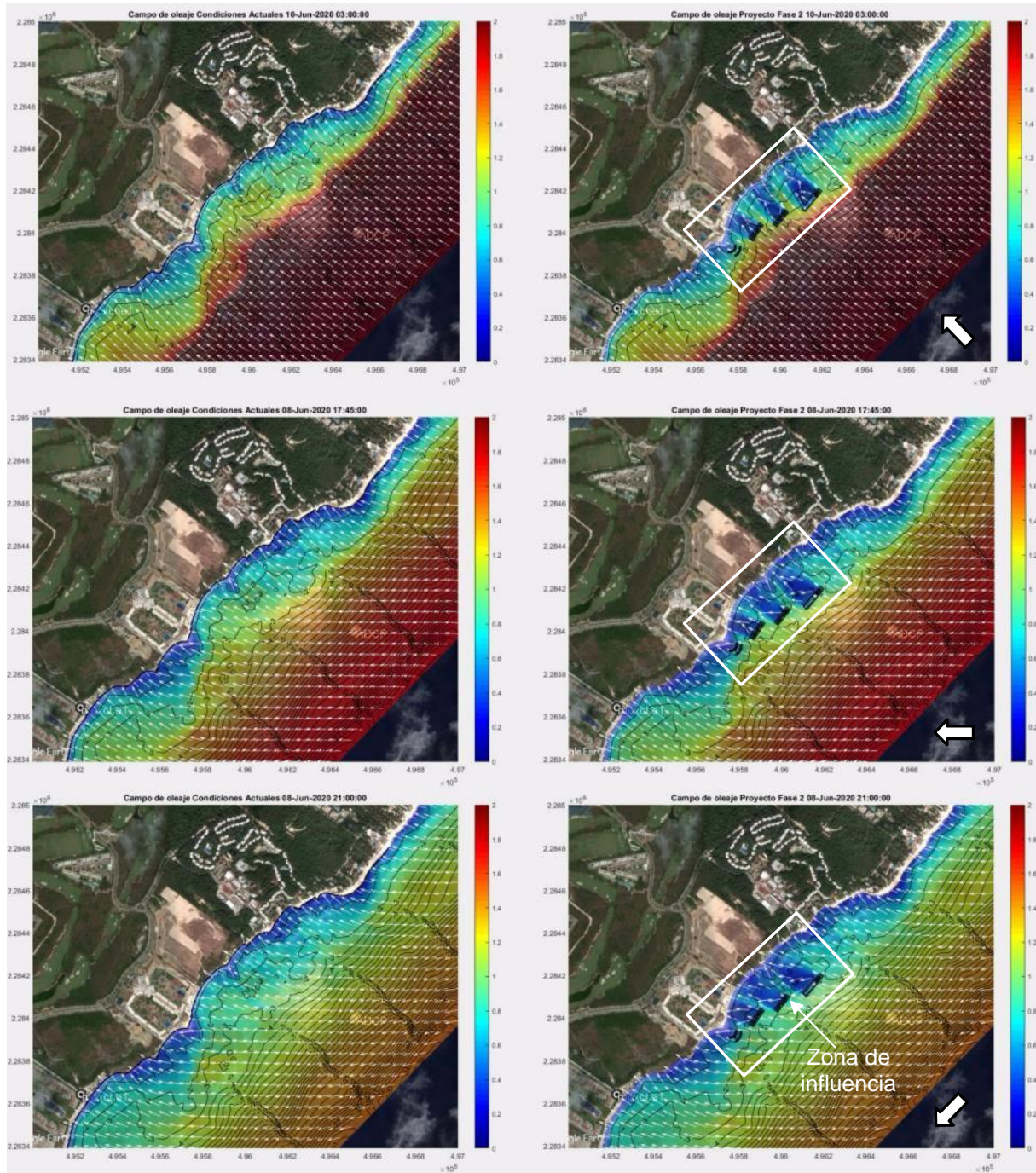
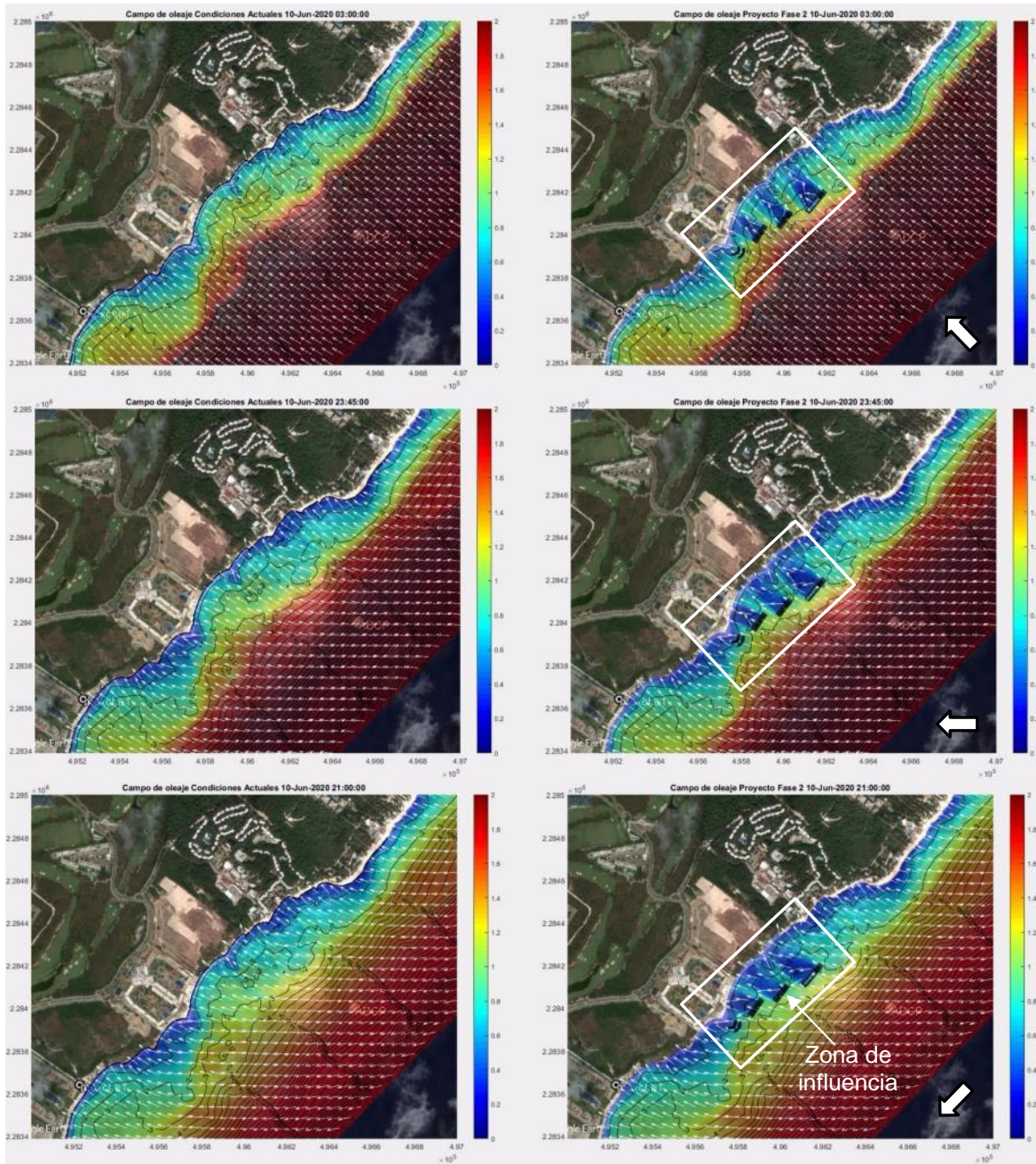


Figura 4. 153. Campo de oleaje de tormenta considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el área de estudio y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase II.



Las imágenes muestran como el proyecto ofrece una zona protegida ante Nortes, Estes y Suradas tras los rompeolas. La disipación de altura de ola es local y no afecta a los predios vecinos. Dada la dimensión de los hábitats, su presencia no influye sobre la disipación del oleaje. Otro hecho importante es que, a pesar de haber realizado una extracción virtual del banco de arena, el oleaje no percibe diferencia alguna.

4.4.1.3.2. Impacto del Proyecto sobre las Corrientes

Los resultados que se presentan en las Figura 4. 154 y Figura 4. 155, muestran el promedio de la corriente en la columna de agua; los colores cálidos indican velocidades que alcanzan 1 m/s y los colores fríos corrientes despreciables o nulas. Los vectores indican la dirección de la corriente.

Figura 4. 154. Campo de corriente (superior) y contracorriente (inferior) considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase I.

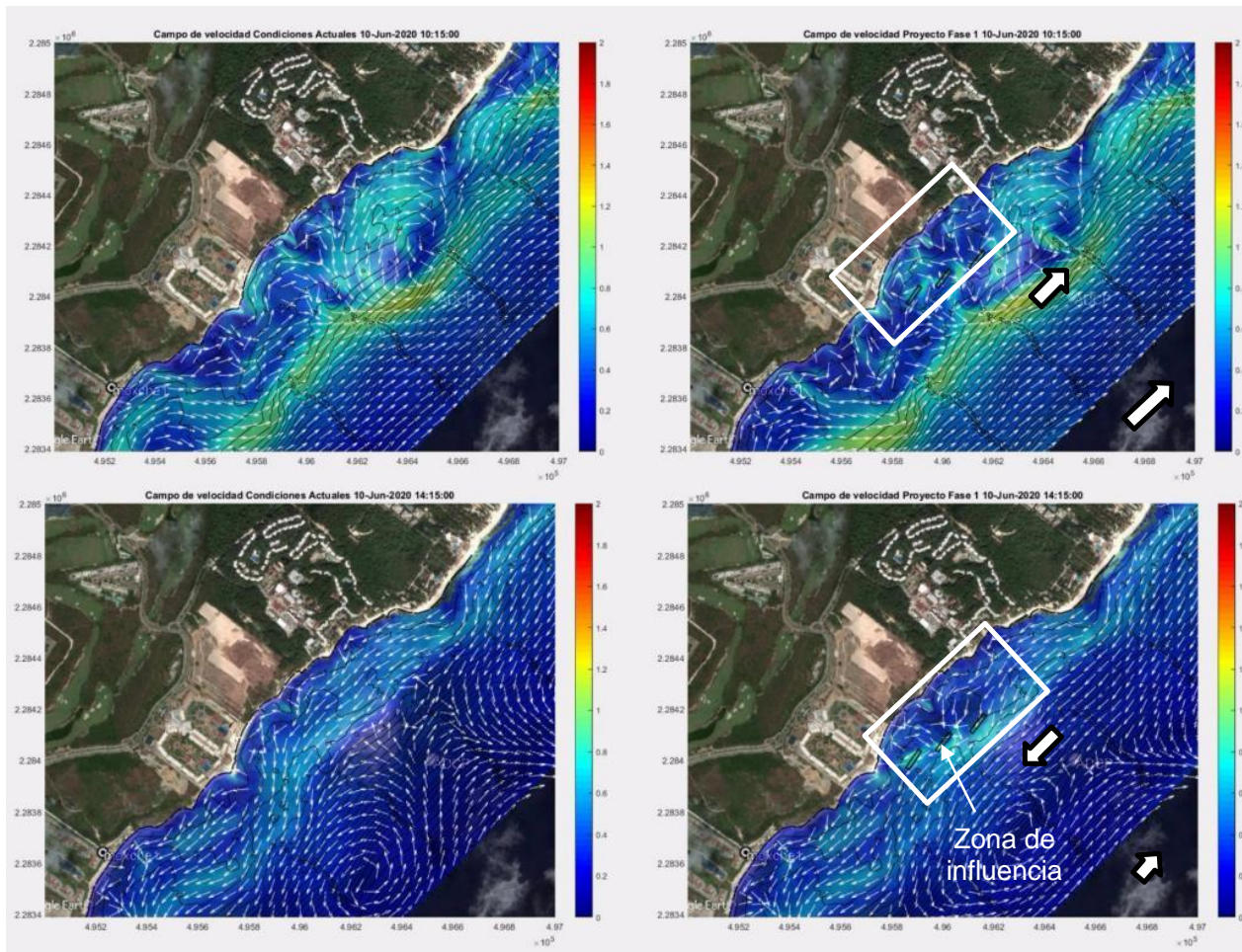
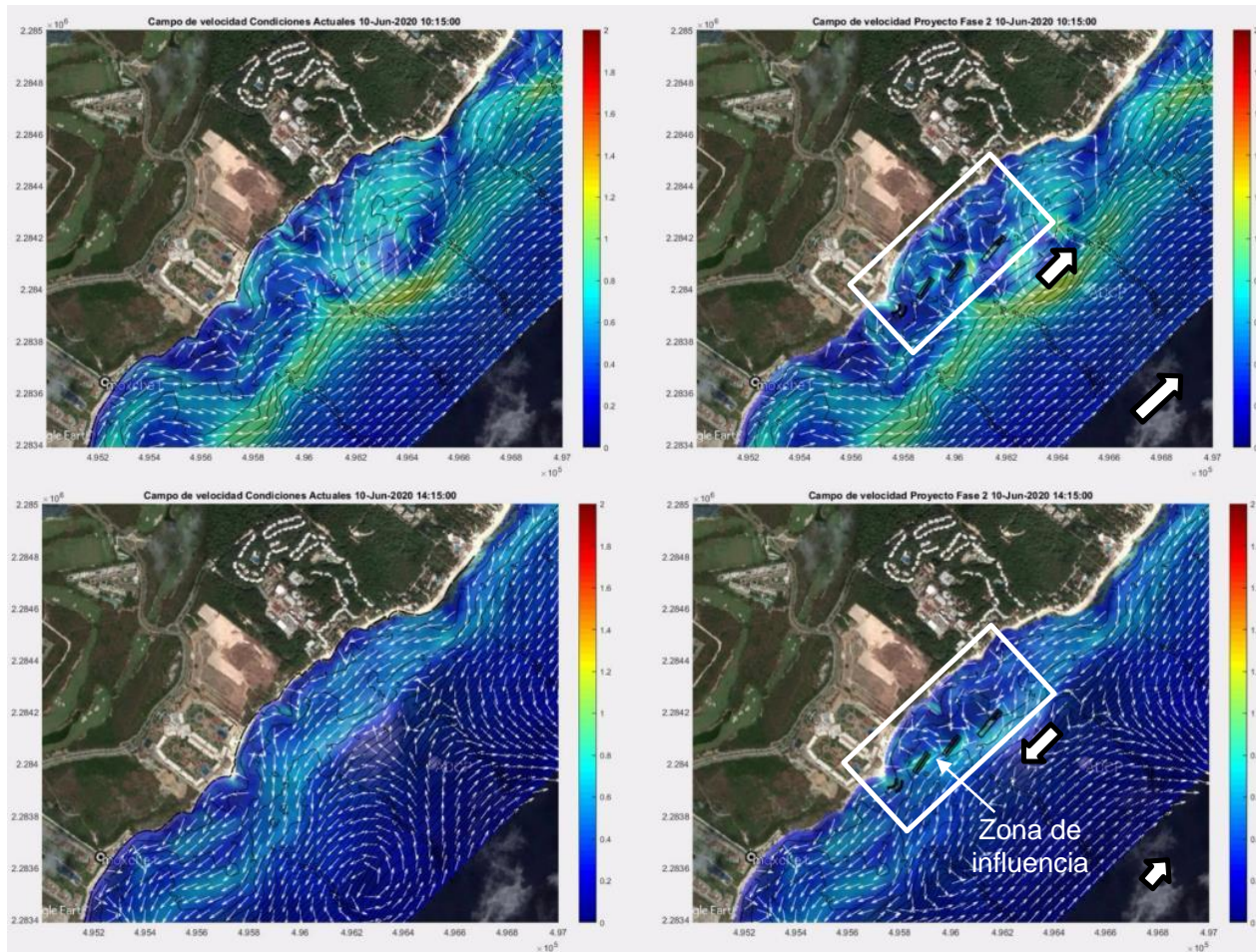


Figura 4. 155. Campo de corriente (superior) y contracorriente (inferior) considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase II.

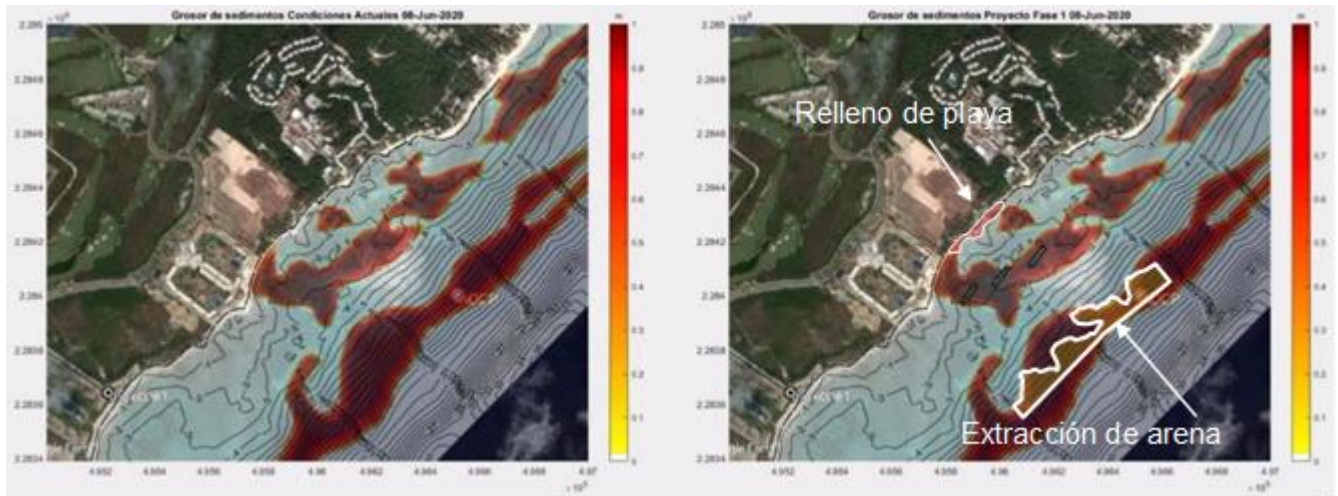


Como se puede observar, los efectos o diferencias entre condiciones actuales y con protección costera (Fase I y Fase II) son únicamente en la zona de desplante del Proyecto, por lo que no se afectará la calidad del agua ya que la orientación de los rompeolas, paralelos a la costa, evita la disrupción de la corriente. Y al igual que en el apartado anterior no se percibe diferencia alguna por la extracción virtual de sedimentos realizada al banco de arena.

4.4.1.3.3. Impacto del Proyecto sobre los Sedimentos

Para evaluar el impacto del proyecto sobre los sedimentos, fueron utilizadas diferentes herramientas para realizar un mapeo de la cantidad de sedimentos existentes en el SAR (Figura 4. 156). Ese mapeo se digitalizó e implementó sobre las modelaciones en condiciones actuales. Para contemplar el Proyecto en la modelación, se extrajo una capa de arena sobre el área de extracción del banco, y se insertó de manera virtual esa cantidad de arena sobre la playa.

Figura 4. 156. Mapeo del grosor de la capa de sedimentos disponible al inicio de la modelación contemplando la costa actual y el Proyecto.

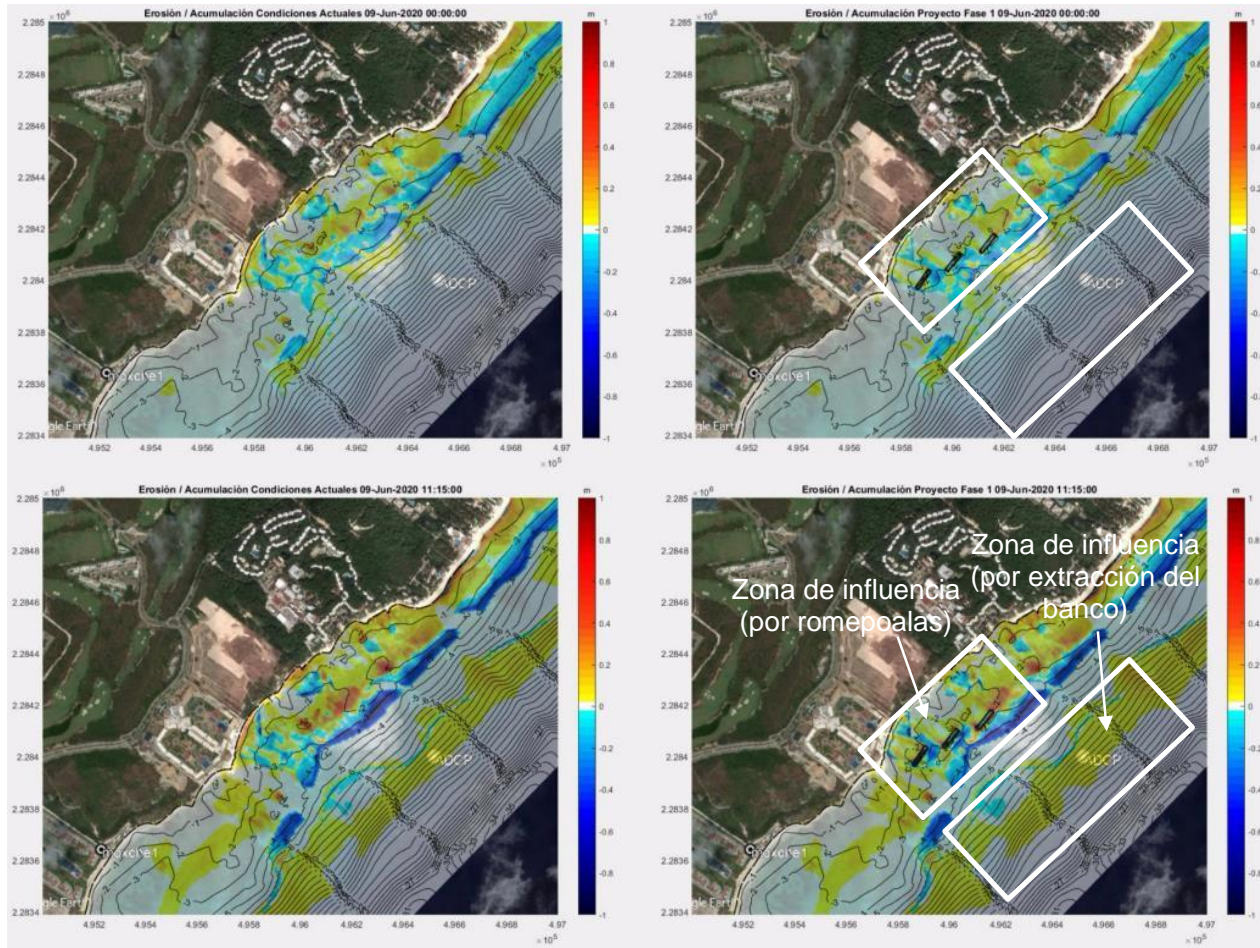


Al evaluar el transporte de sedimentos después de un año de condiciones típicas, en condiciones normales la arena es redistribuida sobre el Proyecto y alrededores mediante 2 tipos de movimientos: transporte transversal y longitudinal.

El transporte longitudinal, hace que el sedimento se mueva al sur del Proyecto y queda retenido por la punta sur más próxima. Por otra parte, el transporte transversal hace que una parte del sedimento escape hacia aguas abiertas.

La Figura 4. 157 y Figura 4. 158 refieren a mapas de erosión y acumulación, en donde colores cálidos indican el aumento y colores fríos una reducción del grosor de la capa de sedimentos. Los colores blancos indican zonas donde el sedimento es estable. Los resultados del modelo demuestran que la presencia de los hábitats no afecta al transporte sedimentario, demostrando que estos no son captadores de arena. Al comparar los patrones con y sin proyecto, pudimos distinguir una zona de influencia debido a las protecciones y una zona de impacto debido a la extracción del banco de arena.

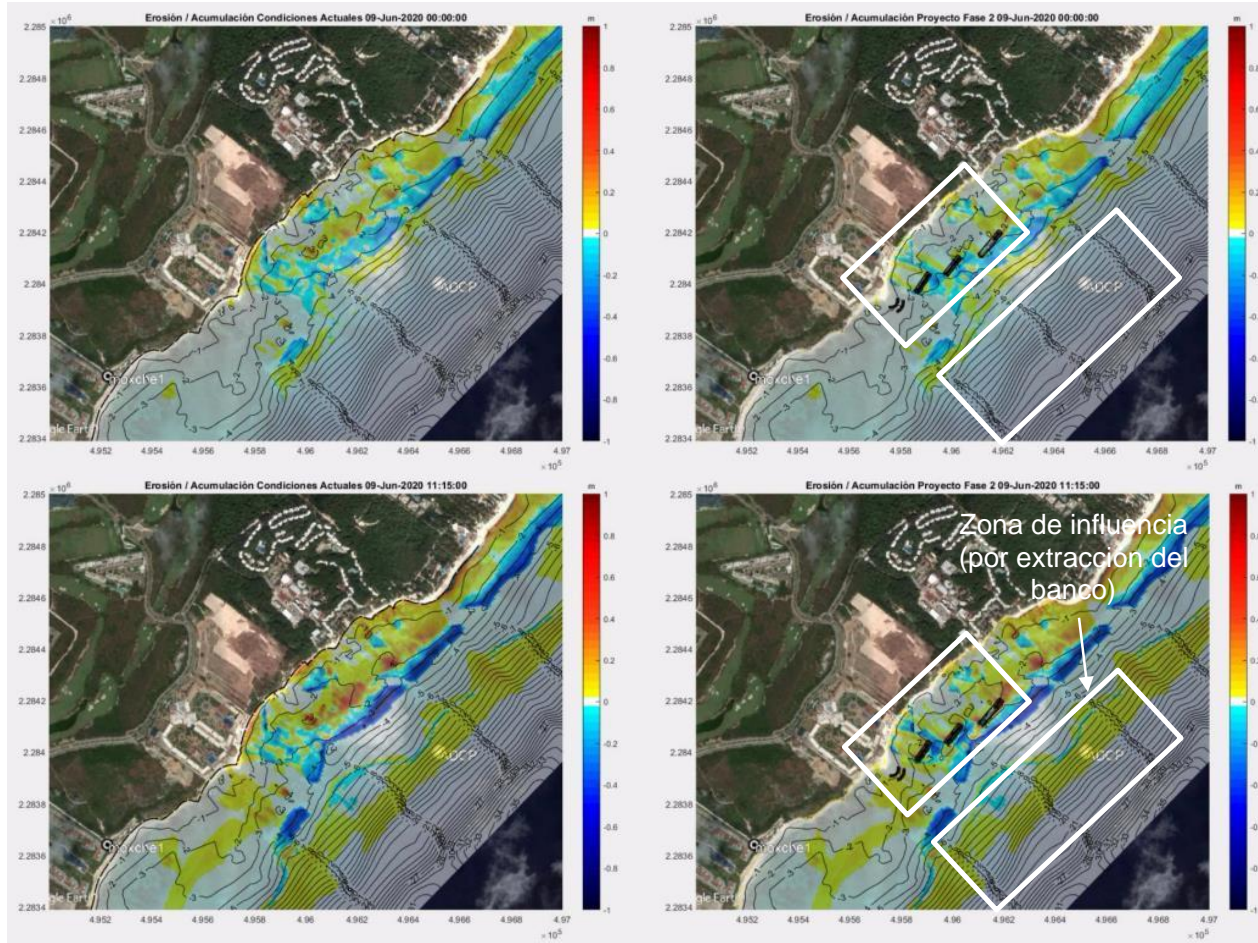
Figura 4. 157. Campos de erosión (colores azules) y acumulación (colores rojos) de la capa de sedimentos considerando la costa actual (izquierda) y con la presencia del Proyecto Fase I (derecha) en un ciclo anual típico (superior) y atípico (inferior).



Dentro de la zona influenciada por los rompeolas, con la presencia del Proyecto se observó una mayor cantidad de manchones blancos cuando se compara con la costa actual. Este hecho habla de la estabilidad del sedimento o playa cuando existe un sistema que reduce la energía del oleaje incidente.

Al evaluar la zona influenciada por la extracción del banco de arena, observamos diferencias mínimas. Este hecho podría deberse a que 1) solo se hará una extracción del banco de arena, dejando una cantidad del banco en sitio y 2) el efecto del oleaje sobre la zona del banco de arena es mínimo por lo que, el poco sedimento que es suspendido por la acción del oleaje, se perderá mar adentro y será poco probable que este pueda regresar a la costa. En otras palabras, el banco de arena queda fuera del perfil dinámico.

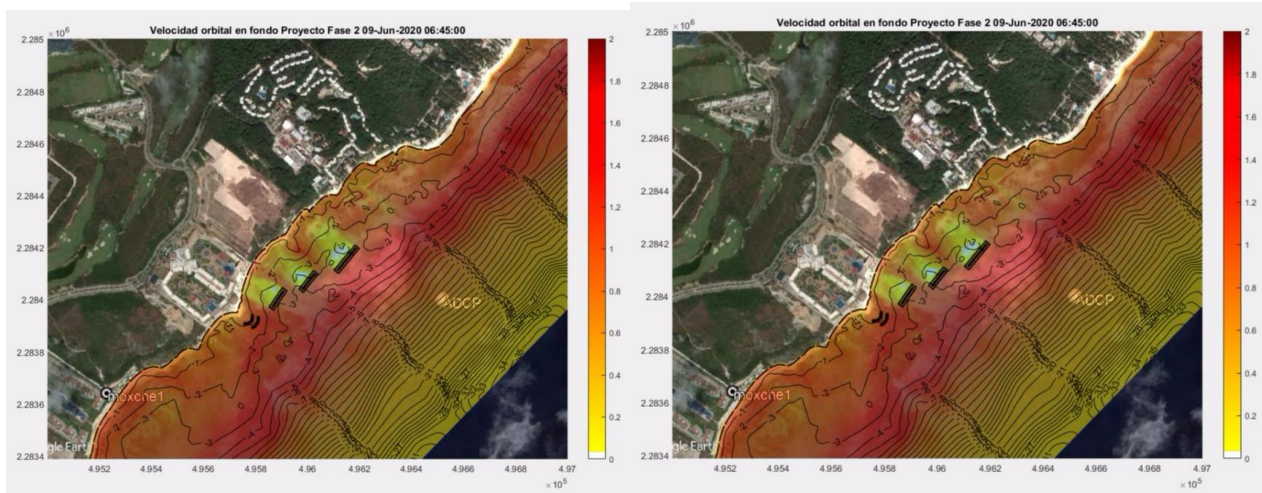
Figura 4. 158. Campos de erosión (colores azules) y acumulación (colores rojos) de la capa de sedimentos considerando la costa actual (izquierda) y con la presencia del Proyecto Fase II (derecha) en un ciclo anual típico (superior) y atípico (inferior).



4.4.1.4. Hábitats artificiales

Dadas las dimensiones y forma de los elementos llamados hábitats artificiales, la modelación no mostró diferencia significativa en los análisis de modelación. Cabe mencionar, que las estructuras a colocar son para la recreación y colonización de vida marina por lo cual fueron colocadas en zonas protegidas, atrás de los rompeolas. Los hábitats en ningún momento funcionarán como modificadores de la corriente, disipadores de la energía del oleaje o de protección de playa, manteniendo la hidrodinámica del sitio (Figura 4. 159).

Figura 4. 159. Campo de la velocidad orbital considerando (derecha) o no (izquierda) la presencia de los hábitats artificiales a modo de evaluar el impacto sobre el oleaje incidente.



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	2
2.1. Introducción.....	2
2.2. Identificación de Impactos.....	2
2.2.1. Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impactos	3
2.2.2. Factores del Entorno Susceptibles de Recibir Impactos.....	5
2.3. Evaluación de Impactos	7
2.3.1. Listas de Chequeo.....	8
2.3.2. Matrices de Interacción	11
2.3.3. Determinación de la Significancia	17
2.4. Análisis de Resultados	19
2.4.1. Impactos en el Medio Natural.....	22
2.4.1.1. Agua Marina.....	22
2.4.1.2. Aire	24
2.4.1.3. Suelo	25
2.4.1.4. Sustrato Marino	27
2.4.1.5. Biota Marina	27
2.4.1.6. Paisaje Terrestre	30
2.4.1.7. Paisaje Marino.....	31
2.4.1.8. Dinámica Litoral.....	31
2.4.1.9. Arenal Somero, Arenal Profundo, Laja con Algas y Laja con Gorgonáceos	32
2.4.1.10. Duna Costera	33
2.4.1.11. Playa	33
2.4.1.12. Socioeconomía.....	34
2.4.2. Impactos Acumulativos.....	35
2.4.3. Impactos Residuales	36
2.5. Conclusión.....	38

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

2.1. Introducción

En términos generales, la evaluación de impacto ambiental se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse y cómo éstas alteran los componentes del medio ambiente (impactos).

En los capítulos previos que conforman la presente manifestación de impacto ambiental, se ha descrito de forma particular y en extenso el Proyecto que se pretende desarrollar, así como el sistema ambiental del que forma parte, realizando un diagnóstico ambiental de las condiciones actuales del área de estudio.

En el presente capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales que se pueden presentar a partir de la implementación del proyecto Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche, en cumplimiento con lo establecido en el Artículo 12, Fracción V, del Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente,

La metodología utilizada para la identificación y evaluación de impactos ambientales del Proyecto corresponde a una combinación de diferentes técnicas metodológicas ampliamente utilizadas en la evaluación de impacto ambiental. Los resultados obtenidos se basan en el análisis de la información técnica y ambiental generada en los capítulos previamente descritos. En los siguientes apartados se presentan y describen de manera particular cada una de las metodologías de evaluación aplicadas, así como los resultados obtenidos para el caso particular del Proyecto.

2.2. Identificación de Impactos

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).

Para identificar los impactos ambientales de proyectos en zonas costeras de forma realista, funcional y poco subjetiva, deben analizarse bajo la óptica del manejo de ecosistemas costeros. Esto es, considerar a dichos ecosistemas como sistemas complejos y dinámicos que pueden cambiar como consecuencia de acciones y procesos que incidan sobre componentes de diversos niveles de complejidad; así como incluir la interconectividad e interdependencia de los componentes naturales y enfatizar la importancia de la estructura y función de los ecosistemas que proveen bienes y servicios ambientales (Curtin y Prellezo, 2010).

Basados en lo anterior se identificaron tres diferentes niveles de complejidad ecológica sobre los cuales pudieran generarse impactos derivados de las acciones del Proyecto. Estos niveles son:

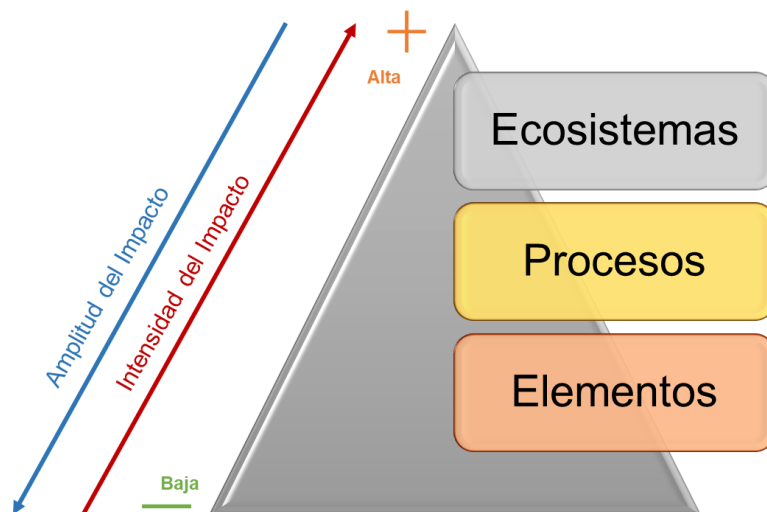
- a. Elementos naturales: elementos químicos, físicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre (LGEEPA Art. 3º fracción XV).

- b. Procesos naturales: serie ordenada de eventos naturales cuya dinámica y magnitud determinan la funcionalidad de un ecosistema y pueden influenciar las condiciones ambientales locales, regionales o globales (Naeem, et al., 1999).
- c. Ecosistemas: unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LGEEPA Art. 3º fracción XIII).

La interdependencia entre cada uno de estos niveles permite discriminar los impactos de acuerdo con su intensidad y evita contar dos o más veces un mismo impacto, ya que cuando se afecta un nivel mayor forzosamente hay impactos en los niveles inferiores, que ya no es necesario contabilizar, logrando así una mayor certidumbre y objetividad en el proceso.

La clasificación mencionada también facilita la calificación de los impactos ambientales de acuerdo con su intensidad, ya que impactos más intensos son los que afectan a nivel de función de los ecosistemas, los impactos intermedios son los que solo afectan hasta el nivel de procesos naturales; los impactos de menor intensidad son los que afectan solamente elementos del sistema ambiental regional (SAR).

Figura 5. 1. Diagrama conceptual del fundamento ideológico para el proceso de análisis de impactos ambientales para el Proyecto. Se muestra la interdependencia de los 3 niveles de complejidad ecológica. Los elementos sostienen a los procesos, los cuales determinan las funciones y características particulares de cada tipo de ecosistema.



2.2.1. Acciones del Proyecto Susceptibles de Producir Impactos

Para efectos de la evaluación de impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Las acciones se identificaron a partir de cada una de las diferentes obras y actividades que se realizarán durante el desarrollo del Proyecto en su Fase I y Fase II.

Para la evaluación de impactos ambientales derivados del desarrollo del Proyecto se consideraron las obras y actividades presentadas en la Tabla 5. 1.

Tabla 5. 1. Obras y actividades consideradas para la evaluación de impactos ambientales del Proyecto.

Obra	Rompeolas	Fase I
	Relleno de playa	
	Hábitats artificiales y vivero	Fase II
	Arrecifes disipadores	
Consolidación y estructuración de duna		
Actividad	Extracción de arena	Fase I
	Recreativas	

Una vez definidas las obras y actividades que conforman el Proyecto, se analizaron las acciones generadoras de impactos, entendidas como las posibles causas simples, precisas, localizadas y bien determinadas de impacto ambiental.

Las acciones identificadas se clasificaron dentro de tres categorías: extracción, cuando la acción implica el explotar algún recurso; ocupación, cuando la acción implica el uso del espacio; y emisión de efluentes, cuando la acción implica emitir líquidos, sólidos o gases al ambiente (Gómez Orea y Gómez Villarino, 2013).

Así mismo, se identificó la etapa del Proyecto en la cual se llevarán a cabo cada una de las acciones derivadas de cada obra o actividad; los momentos o etapas de desarrollo considerados para el Proyecto fueron los siguientes:

- a) Preparación del sitio, que consiste en las labores necesarias para el acondicionamiento del terreno que permitan su uso de acuerdo al objetivo planteado. Generalmente no representa la construcción o instalación de infraestructura, aunque si requiere de la intervención de la zona de influencia directa.
- b) Construcción, que consiste en todas las actividades necesarias para el desarrollo de las obras físicas sobre el terreno y que se caracteriza por una fuerte actividad sobre el predio y la zona.
- c) Operación y mantenimiento, que consiste en las actividades necesarias para hacer funcionar y mantener en buen estado las obras del Proyecto, así como en las labores de seguimiento y monitoreo.
- d) Abandono, que comienza a partir de que cesan cualquier tipo de actividades relacionadas con el Proyecto y consiste en las acciones necesarias para evitar cualquier impacto ambiental relacionado con las instalaciones fuera de uso.

Como resultado de lo anterior se identificaron 16 acciones derivadas del desarrollo del Proyecto, correspondientes a cinco obras y dos actividades, y que podrán causar impactos al ambiente en una o las dos fases del mismo Tabla 5. 2.

Tabla 5. 2. Acciones identificadas como resultados del desarrollo del Proyecto, que podrían causar impactos al ambiente de acuerdo a cada etapa y considerando las dos fases que se realizarán.

Etapa	Acción	Tipo
Preparación	Prospección del área marina	Ocupación
	Transporte de maquinaria, equipo y materiales	Emisión de efluentes
Construcción	Trazo de los ejes y zonas de anclaje	Ocupación / emisión de efluentes
	Colocación de tapete antisocavación, colchacrete y elementos prefabricados	Ocupación / emisión de efluentes
	Extracción, transporte y vertido de arena	Extracción / ocupación / emisión de efluentes
	Forestación de playa	Ocupación
	Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)	Ocupación / emisión de efluentes
	Sembrado de corales	Ocupación
	Construcción y forestación de duna	Ocupación / emisión de efluentes
	Limpieza general	Ocupación
Operación y mantenimiento	Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados (mantenimiento)	Ocupación / emisión de efluentes
	Reacomodo o inyección de arena (mantenimiento)	Ocupación / emisión de efluentes
	Mantenimiento de hábitats artificiales y vivero	Ocupación
	Realización de actividades recreativas	Ocupación / emisión de efluentes
	Reforestación de duna	Ocupación / emisión de efluentes
	Monitoreo	Ocupación / emisión de efluentes

2.2.2. Factores del Entorno Susceptibles de Recibir Impactos

Se denomina factor ecológico a todos los elementos del ambiente susceptibles de actuar directamente sobre los seres vivos, por lo menos durante una etapa de su desarrollo. Se clasifican en abióticos, que incluyen el conjunto de características físico-químicas del medio; y bióticos, que son el conjunto de interacciones que tienen lugar entre los individuos de la misma especie o de especies diferentes (Dajoz 2001). Para efectos del análisis de impactos ambientales, también se consideraron como factores los elementos socioeconómicos ya que son parte primordial de los procesos de degradación y conservación de los recursos.

Se define como entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el Proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social.

Por último, un impacto ambiental es una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA Art. 3º fracción XIX).

Con base en lo anterior, para la evaluación de los impactos ambientales fue necesario identificar, de acuerdo con el diagnóstico del SAR (Capítulo 4), cada uno de los factores del entorno que pudieran resultar afectados de manera significativa por las obras o actividades del Proyecto, tanto en el medio marino como en el terrestre. Dichos factores se clasificaron en alguno de los tres niveles de complejidad ecológica descritos en el apartado 5.2 (elementos, procesos y ecosistemas).

Posteriormente se aplicaron las técnicas de análisis de impactos ambientales para identificar las interacciones entre los factores susceptibles y las acciones generadoras de impactos. De esta forma fue posible interpretar el comportamiento del SAR para definir medidas de mitigación y compensación (detalladas en el Capítulo 6) que fueran congruentes con los impactos ambientales detectados y con las condiciones del SAR.

Con base en la estrategia antes mencionada, en total se identificaron 13 factores susceptibles de recibir impactos en el SAR, de los cuales 9 son elementos, 1 es proceso y 3 ecosistemas.

En la Tabla 5. 3 se enlistan los factores del entorno, divididos en elementos, procesos y ecosistemas, seleccionados por su relevancia para la identificación y análisis de impactos. También se muestran las propiedades de cada factor que deberá medirse en ambas fases del Proyecto y durante todas sus etapas, ya que funcionan como indicadores del estado del SAR para el Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (consultar Capítulo 6), de acuerdo con lo recomendado por los diferentes especialistas que participaron en los estudios para el Proyecto.

Tabla 5. 3. Factores del medio en el sistema ambiental regional susceptibles de recibir impactos por el desarrollo del Proyecto (Fase I y Fase II) y sus propiedades a medir para monitorear su estado.

Nivel	Ambiente	Factor	Propiedad a medir
Elementos	Marino	Agua marina	Calidad
		Biota marina	Distribución, abundancia, riqueza, diversidad, presencia de especies enlistadas en NOM 059
		Sustrato marino	Tipo, profundidad y estructura del sustrato (profundidad de la capa de arena, granulometría)
		Paisaje	Configuración natural
	Terrestre	Suelo	Calidad
		Aire	Calidad
		Paisaje	Estructura (dimensión física)
	Socioeconomía	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos.
Oferta turística		Aumento de los servicios y atractivos turísticos del área, aumento de la plusvalía de las propiedades.	
Procesos	Marino	Dinámica litoral	Perfiles de playa, oleaje, corrientes, marea, transporte y deposición de sedimentos
Ecosistemas	Marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Superficie, volumen
	Terrestre	Duna costera	Superficie, composición y estructura de la vegetación
		Playa	Superficie

2.3. Evaluación de Impactos

Dentro del proceso de la identificación de impactos ambientales, las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación, debido a la relevancia de este tipo de impactos en los componentes del entorno. En la literatura especializada (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005) se registran numerosas propuestas que en conjunto se caracterizan por su diversidad, siendo consistentes y coincidentes, muchas de ellas, en que no existe una metodología definitiva para esta identificación, por lo que las ópticas cruzadas y la conjugación de metodologías, disminuyen significativamente la subjetividad del proceso.

Con base en lo anterior para este Proyecto, el análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró los tres niveles ya descritos (elementos, procesos y ecosistemas) y que fue la base para la aplicación de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental (Tabla 5. 4):

- 1) Análisis por medio de los sistemas de información geográfica.
- 2) Elaboración de listas de chequeo.
- 3) Desarrollo de matrices de interacción
- 4) El juicio de expertos

Tabla 5. 4. Técnicas utilizadas para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente serán generados por el Proyecto.

Técnica	Alcances
Análisis de cartografía temática y uso de Sistema de información geográfica.	La cartografía, las fotografías aéreas y las imágenes de satélite son herramientas metodológicas muy útiles para la evaluación de impactos ambientales (EIA), permiten analizar diferentes parámetros o atributos ambientales (geología, hidrología, tipos de vegetación, asentamientos humanos y actividades económicas, entre otros) de áreas geográficas a diferentes niveles o escalas de información (Zárate et al., 1996). La sobreposición de esta información, más la correspondiente al Proyecto propuesto, produce una caracterización compuesta de un ambiente en el que se pueden evaluar cuantitativa y espacialmente impactos directos, así como la simulación de escenarios y riesgos ambientales (Zárate et al, 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Listas de chequeo	Estas técnicas se basan en la elaboración de un listado específico de componentes ambientales, agentes de impacto o etapas del Proyecto (Canter, 1977; MOPU, 1982; Westman, 1985; Jain et al., 1993; Smith, 1993). Son métodos que se emplean para la identificación de impactos y preliminarmente para la evaluación de los mismos, bajo la consideración de ciertos criterios o escalas (p. ej. de magnitud e importancia). La principal desventaja de estas técnicas es que no permiten definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el Proyecto y el medio ambiente, tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Matrices de interacción	Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma. Sin embargo, el uso de estas técnicas presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos

Técnica	Alcances
	sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas (Zárate et al., 1996; Gómez-Orea, 2003; Zárate, 2005).
Juicio de expertos	Identificación y dimensionamiento de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos con base en la experiencia y juicio de especialistas y evaluadores.

El uso combinado de estas técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el Proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Por medio del análisis de los sistemas de información geográfica fue posible evaluar de forma cuantitativa los impactos ambientales y generar información suficiente para la identificación de los impactos de mayor extensión que pudieran representar riesgos importantes; mientras que a través de las listas de chequeo y las matrices de interacción se identificaron los impactos más significativos, así como sus fuentes generadoras. El juicio de expertos permitió dimensionar los impactos identificados por las otras metodologías para evitar la subestimación o sobrestimación de los mismos, otorgando un mayor valor técnico y científico al proceso.

Con los resultados de este análisis se generó la información necesaria para proponer modificaciones de las fuentes generadoras de impactos ambientales negativos, o en su defecto plantear las medidas necesarias para mitigarlos, las cuales se abordan con detalle en el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental. Es decir, la identificación de los impactos ambientales, permitió la adecuación del Proyecto de tal forma que se garantice el desarrollo de medidas de mitigación y compensación consideradas como parte integral del mismo (Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, Capítulo 6). De esta manera se sentaron las bases para garantizar la mínima afectación al SAR al que pertenece el Proyecto, así como el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados en sus áreas de influencia.

2.3.1. Listas de Chequeo

Las listas de chequeo se elaboraron a partir de los factores naturales y socioeconómicos del entorno susceptibles de ser modificados, así como de las acciones en cada fase y etapa del Proyecto que pudieran generar impactos en dichos factores. Los impactos se dividieron de acuerdo con el nivel y el factor sobre el que inciden. Para cada etapa de desarrollo del Proyecto, para ambas fases, fue elaborada una lista de chequeo.

A cada impacto se le clasificó como negativo si sus efectos provocaban un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SAR o implicaba una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan. En este sentido es importante señalar que, en el ámbito del desarrollo sustentable, se reconoce la necesidad y derecho de aprovechamiento de los recursos naturales, así como la necesidad de impulsar el desarrollo, siempre que este no genere alteraciones al entorno.

Es importante resaltar que la elaboración de las listas se fundamentó no solo en la percepción de las interacciones de los componentes del entorno con el Proyecto, sino también en un detallado análisis de la cartografía temática disponible y el juicio de expertos. Así el proyecto no solo genera información nueva y relevante para el SAR, sino que retoma la información disponible, mediante una retroalimentación científicamente fundamentada, para corroborar o desechar las hipótesis existentes.

En la Tabla 5. 5, Tabla 5. 6 y Tabla 5. 7 se presentan las listas de chequeo por cada etapa de desarrollo del Proyecto, considerando sus dos fases.

Tabla 5. 5. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación del Proyecto, Fase I y Fase II.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Prospección de área marina	Biota marina	Abundancia y riqueza poblacional	Conservación de organismos	p	
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra	p	
Transporte de maquinaria, equipo y materiales	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y/o polvos		n
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
Total				3	2

Tabla 5. 6. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción del Proyecto, Fase I y Fase II.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Trazo de los ejes y zonas de anclaje	Agua marina	Calidad	Contaminación		n
			Aumento de turbidez		n
	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y/o polvos		n
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
Colocación de tapete antisocavación, colchacetro y elementos prefabricados	Agua marina	Calidad	Aumento de turbidez		n
			Contaminación		n
	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y/o polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación		n
			Compactación		n
	Sustrato marino	Tipo y estructura del sustrato	Modificación del fondo marino	p	n
	Biota marina	Distribución, abundancia, riqueza y diversidad poblacional	Generación de hábitat	p	
			Perdida de organismos		n
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
Dinámica litoral	Perfiles de playa, oleaje, corrientes, marea, transporte y deposición de sedimentos	Alteración de la dinámica litoral	p		
		Estabilización de la zona litoral	p		
Paisaje marino	Configuración natural	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad		n	
Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n	

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo	
Extracción, transporte y vertido de arena			Contaminación por gases y polvos		n
	Agua marina	Calidad	Aumento de turbidez		n
			Contaminación		n
	Suelo	Calidad	Contaminación		n
			Compactación		n
	Sustrato marino	Tipo y estructura del sustrato	Modificación del fondo marino	p	n
	Biota marina	Abundancia y riqueza poblacional	Pérdida de organismos		n
	Paisaje terrestre	Estructura (dimensión física)	Alteración de las geoformas	p	
	Playa	Superficie	Aumento / mantenimiento de la superficie	p	
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
Aumento de la oferta turística			Generación de atractivos turísticos	p	
Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Superficie, volumen	Disminución de volumen y área		n	
Forestación de playa	Duna costera	Superficie, composición y estructura de la vegetación	Aumento de diversidad y cobertura	p	
Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)	Agua marina	Calidad	Contaminación		n
			Aumento de turbidez		n
	Biota marina	Distribución, abundancia, riqueza y diversidad poblacional	Generación de hábitat	p	
	Sustrato marino	Tipo y estructura del sustrato	Modificación del fondo marino	p	n
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
Aumento de la oferta turística			Generación de atractivos turísticos	p	
Sembrado de corales	Biota marina	Abundancia y riqueza poblacional	Aumento de abundancia y riqueza poblacional	p	
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
			Aumento de la oferta turística	Generación de atractivos turísticos	p
Construcción y forestación de duna	Aire	Calidad	Contaminación por ruido		n
			Contaminación por gases y polvos		n
	Suelo	Calidad	Contaminación		n
			Compactación		n
	Paisaje terrestre	Estructura (dimensión física)	Alteración de las geoformas	p	
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p	
	Duna costera	Superficie, composición y estructura de la vegetación	Aumento de diversidad y cobertura	p	
Mantenimiento de diversidad y cobertura			p		
Limpieza general	Agua marina	Calidad	Disminución de contaminación	p	
	Suelo	Calidad	Disminución de contaminación	p	
Total				25	27

Tabla 5. 7. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, Fase I y Fase II.

Acción	Factor	Propiedad	Impacto	Signo
Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados (mantenimiento)	Biota marina	Abundancia y riqueza	Pérdida de individuos	n
	Agua marina	Calidad	Aumento de turbidez	n
			Contaminación	n
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra	p	
Reacomodo o inyección de arena (mantenimiento)	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	n
			Contaminación por gases y polvos	n
	Suelo	Calidad	Contaminación	n
			Compactación	n
Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra	p	
Transporte de maquinaria, equipo y materiales	Aire	Calidad	Contaminación por ruido	n
			Contaminación por gases y polvos	n
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	p
Reforestación de duna	Duna costera	Superficie, composición y estructura de la vegetación	Mantenimiento de diversidad y cobertura	p
	Socioeconomía	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de mano de obra	p
Realización de actividades recreativas	Biota marina	Abundancia y riqueza	Pérdida de individuos	n
	Empleos	Generación de empleos directos e indirectos	Demanda de servicios	p
Total				6 10

2.3.2. Matrices de Interacción

Las matrices de interacción son una herramienta útil para la identificación de impactos ambientales potenciales que complementan la información brindada por las listas de chequeo y por el sistema de información geográfica. La información generada conjuntamente por estos tres elementos permite identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales que serán generados con la implementación del proyecto. También permite definir las medidas de mitigación, compensación y prevención correspondientes, mismas que se establecen en el Capítulo 6 del presente estudio.

Se elaboró una primera matriz denominada de identificación de impactos ambientales potenciales (Matriz 5. 1) en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generará el proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda matriz, denominada de evaluación de impactos ambientales (Matriz 5. 2), para evaluar los impactos identificados en términos de 9 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia, recuperabilidad y frecuencia. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo (Tabla 5. 8). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la matriz de identificación de impactos ambientales potenciales (Matriz 5. 1) y las listas de chequeo que le dieron origen.

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)¹ 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 (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^2$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

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 manifestaran 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.

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 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

La Matriz 5. 2 permitió valorar los impactos ambientales generados en términos de su incidencia, y de este modo conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos residuales.

¹ Domingo Gómez Orea (2002), página 330.

² Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. 2002. Mundi Prensa. Pág. 330.

Matriz 5. 1. Identificación de impactos ambientales (n = negativo, p = positivo) identificados para el Proyecto, Fase I y Fase II.

Etapa	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino		Biota marina			Paisaje terrestre	Paisaje Marino	Socioeconomía		Dinámica litoral		Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Duna costera		Playa	Impactos por actividad				
		Impacto	Contaminación	Aumento de turbidez	Contaminación por ruido	Contaminación por gases y/o polvos	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Conservación de organismos	Generación de hábitat	Pérdida de organismos	Aumento de abundancia y riqueza poblacional	Alteración de las geoformas	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Demanda de mano de obra, servicios e insumos	Generación de atractivos turísticos	Alteración de la dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	Disminución de volumen y área	Aumento de diversidad y cobertura	Mantenimiento de diversidad y cobertura	Superficie	Negativos	Positivos	Totales	
Preparación	Prospección del área marina											p												0	2	2	
	Transporte de maquinaria, equipo y materiales			n	n											p									-2	1	-1
Construcción	Trazo de los ejes y zonas de anclaje	n	n	n	n											p									-4	1	-3
	Colocación de tapete anticavación, colchacreto y elementos prefabricados	n	n	n	n	n	n	n	p		p	n		n	p		p	p							-9	5	-4
	Extracción, transporte y vertido de arena	n	n	n	n	n	n	n	p				p			p	p			n			p		-9	5	-4
	Forestación de playa																				p				0	1	1
	Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)	n	n					n	p				p			p	p								-3	4	1
	Sembrado de corales												p				p	p							0	3	3
	Construcción y forestación de duna			n	n	n	n	n						p			p					p	p		-5	4	-1
Operación y mantenimiento	Limpieza general	p						p								p								0	3	3	
	Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados (mantenimiento)	n	n								n					p									-3	1	-2
	Reacomodo o inyección de arena (mantenimiento)			n	n	n	n									p									-4	1	-3
	Transporte de maquinaria, equipo y materiales			n	n											p									-2	1	-1
	Mantenimiento de hábitats artificiales y vivero															p									0	1	1
	Reforestación de duna															p						p			0	2	2
Resumen	Realización de actividades recreativas									n						p								-1	1	0	
	Total de impactos negativos	5	6	7	7	4	4	3	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	42		54	
	Total de impactos positivos	1	0	0	0	1	0	0	3	1	2	0	1	2	0	15	3	1	1	0	2	2	1	36		46	
	Ponderación de impactos	-4	-6	-7	-7	-3	-4	-3	3	1	2	-4	1	2	-1	15	3	1	1	-1	2	2	1	Total			
	Valor bruto	12		14			9		6			8		2	1		18		2	1	2	2	1	78			
	Valor Neto	-10		-14			-7		0			0		2	-1		18		2	-1	2	2	1	-6			
	Magnitud	6	6	7	7	5	4	3	3	1	2	4	1	2	1	15	3	1	1	1	2	2	1	78			
	% total de interacciones	4		4			3		2			2		1	0		5		1	0	1	1	0	23			
	% total de interacciones efectivas	15		18			12		8			10		3	1		23		3		3	3	1	100			

Tabla 5. 8. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando 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 que están ocurriendo en el presente.
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: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (Rv)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres 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 manera reiterativa.
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 (Rc)	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).

Fuente: GPPA elaboración propia modificada de Gómez-Orea (2003).

Matriz 5. 2. Evaluación de impactos ambientales potenciales del Proyecto, Fase I y Fase II.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Incidencia	Índice de incidencia
Agua marina	Aumento de turbidez	n	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
Agua marina	Contaminación	n	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25
Aire	Contaminación por gases y/o polvos	n	3	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
Aire	Contaminación por ruido	n	3	1	3	1	1	1	1	1	12	0.25
Suelo	Compactación	n	3	1	1	3	2	1	3	1	15	0.44
Suelo	Contaminación	n	3	1	3	1	1	3	1	1	14	0.38
Sustrato marino	Modificación del fondo marino	p/n	3	1	1	3	2	1	3	3	17	0.56
Biota marina	Conservación de organismos	p	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13
Biota marina	Generación de hábitat	p	3	1	3	3	1	1	3	1	16	0.50
Biota marina	Pérdida de organismos	n	3	3	3	2	2	1	1	1	16	0.50
Biota marina	Aumento de abundancia y riqueza poblacional	p	3	1	1	3	2	3	3	1	17	0.56
Paisaje terrestre	Alteración de geoformas	p	3	3	3	2	2	1	3	3	20	0.75
Paisaje marino	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	n	3	1	1	3	2	1	3	3	17	0.56
Socioeconomía	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	3	3	3	3	2	1	1	1	17	0.56
Socioeconomía	Generación de atractivo turístico	p	3	3	3	3	2	3	3	3	23	0.94
Dinámica litoral	Alteración de la dinámica litoral	p	1	1	3	3	3	3	3	1	18	0.63
Dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	p	1	1	3	3	3	3	3	3	20	0.75
Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Disminución del volumen y área	n	3	1	1	1	2	1	1	1	11	0.19
Duna costera	Aumento de diversidad y cobertura	p	3	1	1	3	2	3	3	3	19	0.69
Duna costera	Mantenimiento de diversidad y cobertura	p	3	1	1	3	2	3	3	3	19	0.69
Playa	Aumento de la superficie	p	3	3	3	3	2	3	3	3	23	0.94

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 como se muestran en la Tabla 5. 9. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la Matriz 5. 3 (significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I.) se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Tabla 5. 9. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	0.68 o mayor
No significativo	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	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del Proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar. Los resultados de los procesos mencionados se muestran a continuación.

Matriz 5. 3. Significancia de los impactos ambientales potenciales del Proyecto (Fase I y Fase II), según su signo y su valor de I.I. S = significativo, NS = no significativo, D = Despreciable.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Índice de incidencia	Significancia
Socioeconomía	Generación de atractivo turístico	p	0.94	S
Playa	Aumento de la superficie	p	0.94	S
Paisaje terrestre	Alteración de geoformas	p	0.75	S
Dinámica litoral	Estabilización de la zona litoral	p	0.75	S
Duna costera	Aumento de diversidad y cobertura	p	0.69	S
Duna costera	Mantenimiento de diversidad y cobertura	p	0.69	S
Dinámica litoral	Alteración de la dinámica litoral	p	0.63	NS
Sustrato marino	Modificación del fondo marino	p/n	0.56	NS
Biota marina	Aumento de abundancia y riqueza poblacional	p	0.56	NS
Paisaje marino	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	n	0.56	NS
Socioeconomía	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	p	0.56	NS
Biota marina	Generación de hábitat	p	0.50	NS
Biota marina	Pérdida de organismos	n	0.50	NS
Suelo	Compactación	n	0.44	NS
Suelo	Contaminación	n	0.38	NS
Agua marina	Contaminación	n	0.25	D
Aire	Contaminación por gases y/o polvos	n	0.25	D
Aire	Contaminación por ruido	n	0.25	D
Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Disminución del volumen y área	n	0.19	D
Agua marina	Aumento de turbidez	n	0.13	D
Biota marina	Conservación de organismos	p	0.13	D

2.3.3. Determinación de la 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. Para poder estimar y medir la alteración de los diferentes componentes ambientales se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios de evaluación utilizados por la comunidad científica. Por ello en esta etapa se requiere de manera más intensiva del juicio de expertos (Gómez Orea 2002).

Criterio jurídico

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, indican que no todos los impactos deben atenderse de la misma manera, sino que es necesario centrar la atención 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 menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables. Por ello es necesario describir y analizar los criterios que, con base en la definición arriba descrita, se consideraron en este caso.

Para atender el requerimiento de la autoridad, en el Capítulo 6 se consideran medidas para evitar, compensar o mitigar todos y cada uno de los impactos ambientales identificados, sin embargo, en este capítulo se hace énfasis en aquellos que son considerados en la legislación.

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las Normas Oficiales Mexicanas, y demás instrumentos jurídicos aplicables para la protección al ambiente, respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre.
- En peligro de extinción.
- Amenazada.
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies, radica en el estatus de protección que le asigne la Norma; así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial. De esta forma, las medidas de mitigación ante tal impacto deberán ser diseñadas conforme a esta lógica, de tal forma que todos los impactos se encuentren atendidos en la justa medida de su significancia.

Igualmente, dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental. Las acciones que se lleven a cabo en las diferentes etapas del proyecto deberán apuntalar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas.

Criterio ecosistémico (integridad funcional)

La integridad funcional de los ecosistemas está dada por la interacción entre sus componentes bióticos y abióticos de tal forma que se mantengan las múltiples funciones del ecosistema por tiempo indefinido (Crabbé et al. 1999). Callicot et al. (1997) la definen también como el conjunto de poblaciones de especies nativas en su abundancia y variedad históricas, que interactúan en comunidades bióticas naturalmente establecidas.

El nivel significativo de un impacto según este criterio se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y con ello un desequilibrio ecológico (p.ej. reducción del gasto ecológico de un río, eliminando las condiciones de permanencia de un bosque de galería).

Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental)

La valoración ambiental está basada en un enfoque antropocéntrico y utilitario. Aunque no incluye todos los posibles valores, es más amplia de lo que parece y recoge o trata de recoger todos los que contribuyen a la satisfacción o bienestar de la humanidad. El medio ambiente o los bienes ambientales proporcionan distintos servicios a la humanidad que determinan su valor y son los siguientes (Linares y López, 2008):

- Fuente de recursos productivos: se puede medir por su contribución a la generación de beneficios en las actividades de producción.
- Sumidero de residuos: contribuyen a la función de producción y se pueden medir a partir de los precios de mercado de los bienes en cuya producción participan.
- Fuente de utilidad (no asociada a la producción): se deriva del disfrute de los bienes ambientales y puede tener carácter consuntivo (ej. pesca) o no (ej. senderismo), o simplemente a través del conocimiento de la protección de estos bienes (valor de existencia).
- Servicios de soporte a la vida en la Tierra. Regulación del clima, mantenimiento de la capa de ozono, ciclos hidrológicos y de nutrientes.

Una interpretación errónea del valor ambiental es estimar el mismo a partir del costo de reemplazo; es decir, determinarlo en función de lo que costaría sustituir los servicios del bien ambiental por otros similares, ya que esto no considera un gran número de beneficios que son irremplazables (Linares y López, 2008).

El carácter de significativo lo alcanza el impacto a partir del conocimiento generalizado existente sobre la importancia del recurso, ambiente o ecosistema para cubrir necesidades humanas o brindar servicios ambientales. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente manifestación de impacto ambiental.

Criterio de capacidad de carga

La capacidad de carga es una herramienta de planificación usada principalmente en áreas naturales protegidas, que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica, porque depende de variables que constituyen apreciaciones y que según las circunstancias pueden cambiar.

Cualquier denominación de capacidad de carga debe basarse en los objetivos del área protegida, los cuales definen la categoría de manejo y limitan los usos que pueden darse dentro de ella. Puesto que la capacidad de carga de un sitio depende de las características particulares del mismo, debe ser determinada para cada lugar por separado (Cifuentes 1992).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación de un área protegida, ya que las decisiones en las que se basa, siendo humanas, estarán sujetas a consideraciones (o presiones) de orden social, económico y político que podrían desvirtuar la utilidad de la capacidad de carga como una herramienta de manejo (Cifuentes 1992).

En el caso que nos ocupa el Proyecto no se desarrolla dentro o en colindancia con ningún área natural protegida. Es por ello que la significancia según este criterio se midió en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales en el SAR, de acuerdo con lo establecido en diversas Normas Oficiales Mexicanas.

2.4. Análisis de Resultados

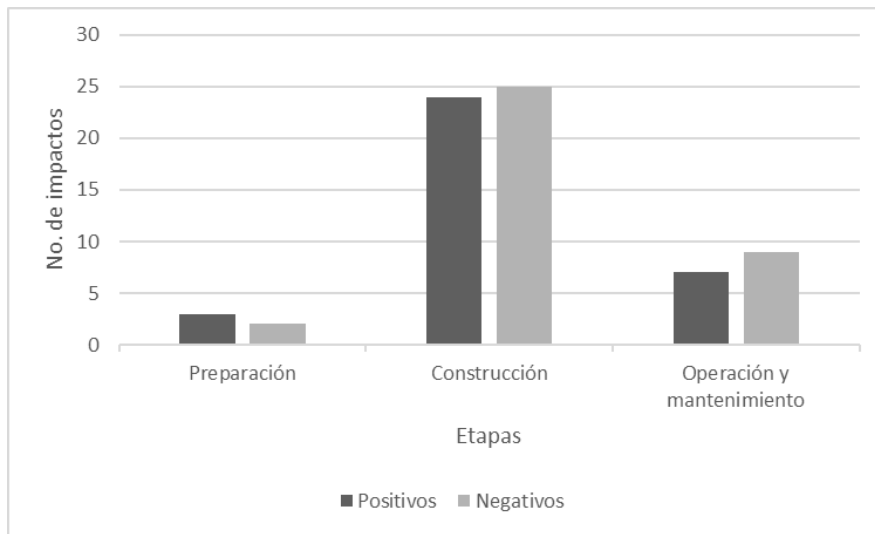
En las listas de chequeo se presentó el análisis objetivo de los factores del entorno susceptibles de ser impactados y los tipos de impactos que podrán ser generados por cada actividad del proyecto. Esta lista es de gran certidumbre ya que en su realización se consideró el juicio de los expertos participantes en la evaluación de impacto ambiental de proyectos similares desarrollados en otros puntos del país, o de tipo turístico desarrollados en el mismo SAR, así como los análisis de múltiples estudios realizados en la zona.

Considerando que las listas de chequeo y matrices de interacción tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, estos tipos de impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados a dichas listas y matrices como factores de impacto ambiental a valorar. A continuación, se presenta el análisis de resultados para las obras y actividades derivadas del desarrollo del proyecto.

Con base en el número de obras y/o actividades que se evaluaron, y en el número de impactos probables a los diferentes factores del medio identificados, se obtuvo un número máximo de 336 interacciones posibles. Sin embargo, el desarrollo del proyecto solo generará 78 interacciones, que representan el 23% del total de interacciones posibles.

Del total de interacciones posibles identificadas 42 (equivalente al 53.85%) serán negativas y 36 (equivalente al 43.15%) serán positivas. La etapa que generará mayor número de impactos negativos será la de construcción, con 30 que equivalen al 61.22% de los impactos generados en dicha etapa; la etapa de preparación y operación y mantenimiento generarán 2 y 10 impactos negativos respectivamente, equivalentes al 40% y 56.25% del total de impactos generados en cada una de estas etapas (Figura 5. 2).

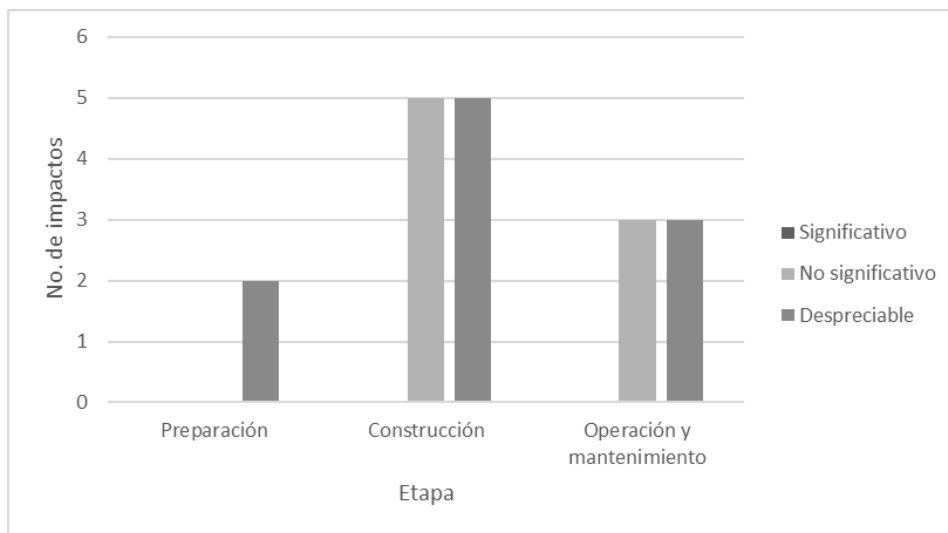
Figura 5. 2. Numero de impactos negativos y positivos que se espera sean generados en cada etapa de desarrollo del Proyecto, Fase I y Fase II.



Del total de impactos negativos identificados el 50% se han considerado como despreciables y el 50% como no significativos. Ninguna de las etapas en sus dos fases generará impactos negativos significativos (Figura 5. 3).

La actividad que generará el mayor número de impactos negativos será la extracción, transporte y vertido de arena, así como la colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados, ambas situadas en la etapa de construcción. En cuanto a los factores del medio, el que recibirá el mayor número de impactos negativos serán el aire y el agua marina.

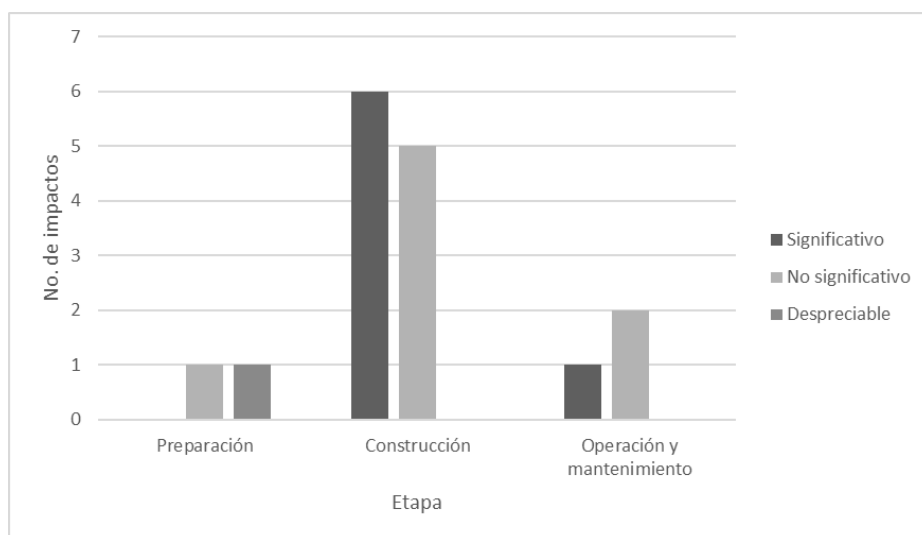
Figura 5. 3. Número de impactos negativos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.



Del total de impactos positivos identificados 50% se han considerado como significativos, 41.67% como no significativos y el 8.33% como despreciables. La etapa que generará el mayor número de impactos positivos significativos es la de construcción (6 impactos), seguida de la etapa de operación y mantenimiento, la etapa de preparación no generará impactos positivos significativos (Figura 5. 4).

Las actividades que generarán el mayor número de impactos positivos será la de colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados, así como la extracción, transporte y vertido de arena, ambas situada en la etapa de construcción. En cuanto a los factores del medio, el que recibirá el mayor número de impactos positivos será la socioeconomía.

Figura 5. 4. Número de impactos positivos de acuerdo a su significancia, que se estima serán generados durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.



De los impactos totales identificados, tanto positivos como negativos, el 90% resultó de tipo directo mientras que el 10% fue indirecto. El 29% de los impactos identificados fue acumulativo y el 52% fue sinérgico. El 9.52% de los impactos totales fueron reversibles a largo plazo, el 57.14% a mediano plazo y el 33.33% a corto plazo. En cuanto a la periodicidad, el 38% de los impactos fue reiterativo y el 62% fue esporádico. El 57.14% de los impactos identificados se consideraron permanentes, mientras que el 42.86% fueron temporales. El 38.1% de los impactos se calificaron como residuales.

A continuación, se describen los impactos al medio natural y al socioeconómico a partir de los factores del medio en los que incidirán.

2.4.1. Impactos en el Medio Natural

Los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del Proyecto fueron el agua marina, el aire, el suelo, el sustrato marino, biota marina, paisaje terrestre, paisaje marino, socioeconomía, dinámica litoral, arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos, duna costera y playa. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor.

2.4.1.1. Agua Marina

Impacto	Aumento de turbidez	Signo	Negativo	Factor afectado	Agua marina
Índice de incidencia	0.13	Significancia		Despreciable	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Trazo de los ejes y zonas de anclaje Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores) Construcción y forestación de duna.		Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados	
Descripción del impacto	Este impacto se generará durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento. En la etapa de construcción el impacto será originado por la construcción de las estructuras de protección costera (rompeolas), la extracción de sedimentos en el banco marino, el vertido de arena en el área de relleno de playa y la construcción de la duna, lo que ocasionará la resuspensión de sedimento incrementando la turbidez del agua. De acuerdo con la velocidad de la corriente local y la velocidad de caída de sedimento en el agua, la dispersión de los sedimentos sin la adopción de una medida de mitigación que evite su esparcimiento, sería de 15.21 m en la zona de construcción de las estructuras de protección costera, 153.27 m durante la extracción de sedimentos en el banco de arena y de 15.21 m en la zona de vertido de arena. En la etapa de operación y mantenimiento el impacto será ocasionado por la posible adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados, posterior al paso de un evento natural extremo, como lo sería un huracán. Cabe señalar que en ambas etapas el tiempo en que se realizarán las				

	<p>actividades antes mencionadas será de muy corta duración, no todas ellas se realizarán en el mismo tiempo y se implementarán las medidas pertinentes para evitar un impacto mayor y la tensión en el sistema podrá ser revertida en un periodo corto de tiempo. Debido a lo anterior, es que este impacto se valoró como despreciable, de corta duración, no acumulativo, ni sinérgico, temporal y reversible.</p>
Medidas para reducir el impacto	<p>Se emplearán cortinas antidispersión como medida de contención para evitar que los sedimentos viajen descontrolados y puedan causar afectación tanto a los predios aledaños, como a los ambientes marinos cercanos, esta se fijará en forma de media luna dirigida contra la corriente, y estarán debidamente señalizadas y supervisadas para su buen funcionamiento. Las cortinas antidispersión de sedimentos serán removidas una vez finalizadas las acciones previstas y hasta que el sedimento se haya depositado en el fondo.</p> <p>Además, las obras se realizarán bajo condiciones óptimas de viento y oleaje, para lo cual se estará monitoreando constantemente las condiciones climáticas a través de sitios oficiales.</p> <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas (Capítulo 6).</p>

Impacto	Contaminación	Signo	Negativo	Factor afectado	Agua marina
Índice de incidencia	0.25	Significancia		Despreciable	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Trazo de los ejes y zonas de anclaje Colocación de tapete antisocavación, colchacrete y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)		Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados	
Descripción del impacto	<p>La contaminación del agua marina es un impacto que deriva de la operación de la maquinaria y embarcaciones que serán empleadas para llevar a cabo las diversas actividades del Proyecto en la zona marina, como son la draga y embarcaciones menores (ver Capítulo 2), ya que estas requieren de combustible fósil y de lubricantes derivados del petróleo para su operación, y existe el riesgo de derrames al mar durante la realización de las actividades. Otra posible fuente de contaminación proviene de la producción de desechos (envases, envolturas, empaques, contenedores de vidrio, etc.) generados por el personal contratado para realizar el trabajo, los que podrían ser desechados en el mar.</p> <p>Este impacto se consideró despreciable ya que no todas las máquinas y embarcaciones estarán operando al mismo tiempo y que la cantidad de aceite y combustible que manejan es pequeña. De igual manera la producción de desechos que pudieran generar los trabajadores no sería considerable, de acuerdo a la cantidad de individuos que se emplearán para la realización de las actividades.</p>				
Medidas para reducir el impacto	<p>Como medida preventiva para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio, todas las embarcaciones contarán con equipo antiderrames de hidrocarburos para su contención, recuperación y posterior disposición final en el área designada para tal fin, acorde con la legislación ambiental vigente. De igual manera en el marco del Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales considerado</p>				

	<p>en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) del Proyecto (ver Capítulo 6), se supervisará que el material y herramientas necesarias ante un posible derrame de hidrocarburos se encuentren en buen estado, así mismo se verificará que el personal cuente con la preparación y conocimiento del protocolo para la adecuada actuación en caso de presentarse una contingencia de este tipo.</p> <p>Otra medida preventiva considera para evitar el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos será que cualquier servicio o reparación de la maquinaria y embarcaciones se realizará fuera del área marina del Proyecto.</p> <p>Como medidas de mitigación para los residuos generados por el personal contratado, se establecerán en las embarcaciones contenedores específicos por residuo para su colocación temporal y posterior disposición en los contenedores colocados en tierra, para su disposición final. De igual manera se elaborará y difundirá un reglamento ambiental interno, que contendrá las prácticas ambientales permitidas y no permitidas durante la realización de las actividades, entre ellas el no arrojar desechos al mar y no verter hidrocarburos. La aplicación del reglamento se reforzará con platicas dirigidas a los trabajadores, para comunicar el manejo adecuado de los residuos generados, la difusión de las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente en el desarrollo del Proyecto, así como las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente.</p> <p>Para ambos casos se llevarán a cabo labores de limpieza general al termino de las actividades en las áreas de trabajo, para asegurarse de retirar cualquier elemento contaminante que pudiera ser identificado.</p> <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en los Programas de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Hábitat y Especies y Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (Capítulo 6).</p>
--	---

2.4.1.2. Aire

Impacto	Contaminación por gases, polvos y ruido	Signo	Negativo	Factor afectado	Aire
Índice de incidencia	0.25	Significancia			Despreciable
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
Transporte de maquinaria, equipo y materiales		Trazo de los ejes y zonas de anclaje Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Construcción y forestación de duna		Reacomodo o inyección de arena Transporte de maquinaria, equipo y materiales	
Descripción del impacto	<p>Los impactos al aire serán provocados por la operación de la maquinaria requerida para el desarrollo del Proyecto, tanto en el mar como en tierra. Se consideraron despreciables ya que el tipo y número de unidades de maquinaria pesada, vehículos y embarcaciones contarán con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación, así como con adecuada afinación de los motores de combustión interna.</p> <p>Lo anterior se verificará en términos de que todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión</p>				

	<p>de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan Diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.</p> <p>Por otra parte, los gases y polvos que pudieran emitirse serán dispersados rápidamente por las corrientes de aire que imperan en la zona, además de que el impacto será solo temporal y de corta duración.</p>
Medidas para reducir el impacto	<p>Para disminuir en la mayor medida posible las emisiones por gases y el nivel de ruido generado se establecen las siguientes medidas de mitigación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La maquinaria y equipo que será utilizada durante todas las etapas del Proyecto se mantendrá en óptimas condiciones. 2. No se mantendrá vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente. <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en el Programa de Conservación de Hábitat y Especies y Prevención (Capítulo 6).</p>

2.4.1.3. Suelo

Impacto	Contaminación	Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo
Índice de incidencia	0.38	Significancia			No significativo
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
	Preparación	Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Construcción y forestación de duna		Reacomodo o inyección de arena Transporte de maquinaria, equipo y materiales	
Descripción del impacto	Durante la construcción y operación y mantenimiento se espera la generación de residuos sólidos por la presencia de los trabajadores, en especial por el consumo de alimentos y por las actividades propias de la obra. Se espera que el tipo de residuos generados por los trabajadores sea papel, envolturas, empaques, contenedores de vidrio, cartón, aluminio, plástico, etc. Además, es posible la contaminación del suelo por el derrame o goteo accidental de gasolina o diésel proveniente de la maquinaria que requiere de este tipo de combustibles fósiles para su funcionamiento. Este impacto fue calificado como negativo, directo, simple y no significativo debido a que las actividades que los provocarán serán temporales y de corta duración.				
Medidas para reducir el impacto	Este impacto se mitigará realizando las siguientes medidas:				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se colocarán señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados. 2. Se realizarán pláticas con los trabajadores, para comunicar el manejo adecuado de los residuos generados, la difusión de las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente en el desarrollo del Proyecto, así como las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente. 3. Se colocarán contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo. 				

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Los residuos se acopiarán de forma separada según su clasificación en: orgánicos e inorgánicos, no reciclables y reciclables (estos últimos clasificados en madera, cartón y papel, vidrio, aluminio, plástico reciclable, baterías). 5. El Proyecto aprovechará las instalaciones del hotel Secrets Moxche para almacenar temporalmente los residuos (sólidos, peligrosos y de manejo especial), las cuales cubren con las especificaciones necesarias para evitar contaminar el aire, agua y suelo. 6. Se colocarán sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo y se contratará a una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos que se generen. 7. Todas las labores necesarias de llenado de tanques de combustible, mantenimiento y reparación para la maquinaria, se realizará fuera del área del Proyecto, en sitios que cuenten con las características necesarias para evitar la contaminación del suelo. 8. Se verificará que la maquinaria funcione en óptimas condiciones evitando que tenga fugas; sin embargo, en caso de ocurrir, se removerá por completo la arena afectada y se clasificará como un residuo peligroso, por lo que su disposición final se realizará conforme a la legislación aplicable. 9. Se llevarán a cabo labores de limpieza general al termino de las actividades en las áreas de trabajo, para asegurarse de retirar cualquier elemento contaminante que pudiera ser identificado. <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en los Programas de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Hábitat y Especies y Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (Capítulo 6).</p>
--	--

Impacto	Compactación	Signo	Negativo	Factor afectado	Suelo
Índice de incidencia	0.44	Significancia		No significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Construcción y forestación de duna		Reacomodo o inyección de arena Transporte de maquinaria, equipo y materiales	
Descripción del impacto	La modificación de las características físicas del suelo es un impacto negativo, directo y simple que se refiere a cambios en la estructura y química del suelo. Derivará de las acciones de nivelación y compactación del terreno para la reconfiguración de la playa y de ser necesario la construcción de una duna artificial. Estas acciones se llevarán a cabo sobre un suelo tipo Solonchak, el cual contiene materia orgánica y nutrientes que son aprovechados por organismos y plantas en su crecimiento, y perderán dichas características al ser removidos o compactados. Sin embargo, la superficie que recibirá este impacto es muy pequeña con relación al SAR, por lo que este impacto se considera no significativo.				
Medidas para reducir el impacto	Este impacto será mitigado con la forestación de la playa con especies nativas y posiblemente la construcción de la duna artificial, la cual también será forestada con especies nativas que con sus raíces y materia orgánica restituirán paulatinamente las características del suelo e incluso podrían mejorarlo. Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en el Programa de Conservación de Hábitat y Especies y Prevención (Capítulo 6).				

2.4.1.4. Sustrato Marino

Impacto	Modificación del fondo marino	Signo	Positivo / Negativo	Factor afectado	Sustrato marino
Índice de incidencia	0.56		Significancia		No significativo
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)			
Descripción del impacto	La modificación del fondo marino se evaluó como un impacto positivo, pero también negativo, directo, simple y residual. Será resultado de las acciones del relleno del área marina frente al hotel Secrets Moxche, la colocación de estructuras de protección marinas (rompeolas) y la instalación de hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores, las cuales cambiarán el sustrato y modificarán la batimetría, considerando lo anterior es por lo que fue valorado como negativo, este se considera como un impacto no mitigable, sin embargo tendrá consecuencias positivas indirectas sobre otros factores como la biota marina, ya que producirá un ambiente más heterogéneo y favorable para el reclutamiento y desarrollo de un mayor número de especies marinas de las que actualmente se registran en el área designada para su ubicación. Cabe señalar que debido a que las superficies en las que se producirá este impacto, con relación al SAR, son muy pequeñas, éste se consideró no significativo.				

2.4.1.5. Biota Marina

Impacto	Conservación de organismos	Signo	Positivo	Factor afectado	Biota marina																																								
Índice de incidencia	0.13		Significancia		Despreciable																																								
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases																																													
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento																																									
Prospección del área marina																																													
Descripción del impacto	La conservación de individuos es un impacto positivo, directo y simple que deriva de las acciones de rescate de biota marina que se implementarán antes de comenzar la etapa de construcción y será una medida de mitigación del impacto negativo para la pérdida de organismos. Sin embargo, se considera despreciable debido a que en las áreas que serán afectadas por el desarrollo del Proyecto, la abundancia y composición de biota marina es baja, tal y como es señalado en la caracterización ambiental marina realizada para el Proyecto.																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Ambientes en los que incidirá la construcción de infraestructura de protección costera (rompeolas), hábitats artificiales, vivero de coral, arrecifes disipadores y relleno de playa</th> </tr> <tr> <th>Ambiente</th> <th>Biota marina</th> <th>Número de especies</th> <th>Cobertura (%)</th> <th>Densidad (col o ind/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Arenal somero 3.25% de incidencia sobre este ambiente</td> <td>Corales duros</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Corales blancos</td> <td>1</td> <td>-----</td> <td>>0.1</td> </tr> <tr> <td>Ictiofauna</td> <td>5</td> <td>-----</td> <td>>0.2</td> </tr> <tr> <td>Vegetación marina</td> <td>12</td> <td>7</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Laja con algas</td> <td>Invertebrados</td> <td>4</td> <td>-----</td> <td>>0.1</td> </tr> <tr> <td>Corales duros</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-----</td> </tr> <tr> <td>Corales blancos</td> <td>1</td> <td>-----</td> <td>>0.1</td> </tr> </tbody> </table>						Ambientes en los que incidirá la construcción de infraestructura de protección costera (rompeolas), hábitats artificiales, vivero de coral, arrecifes disipadores y relleno de playa					Ambiente	Biota marina	Número de especies	Cobertura (%)	Densidad (col o ind/m ²)	Arenal somero 3.25% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	0	0	-----	Corales blancos	1	-----	>0.1	Ictiofauna	5	-----	>0.2	Vegetación marina	12	7	-----	Laja con algas	Invertebrados	4	-----	>0.1	Corales duros	0	0	-----	Corales blancos	1	-----	>0.1
Ambientes en los que incidirá la construcción de infraestructura de protección costera (rompeolas), hábitats artificiales, vivero de coral, arrecifes disipadores y relleno de playa																																													
Ambiente	Biota marina	Número de especies	Cobertura (%)	Densidad (col o ind/m ²)																																									
Arenal somero 3.25% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	0	0	-----																																									
	Corales blancos	1	-----	>0.1																																									
	Ictiofauna	5	-----	>0.2																																									
	Vegetación marina	12	7	-----																																									
Laja con algas	Invertebrados	4	-----	>0.1																																									
	Corales duros	0	0	-----																																									
	Corales blancos	1	-----	>0.1																																									

	0.38% de incidencia sobre este ambiente	Ictiofauna	3	-----	>0.2
		Vegetación marina	5	7	-----
		Invertebrados	3	-----	>0.1
	Laja con sedimentos y algas	Corales duros	3	>0.1	-----
		Corales blancos	5	-----	>0.1
		Ictiofauna	21	-----	>0.2
	0.11% de incidencia sobre este ambiente	Vegetación marina	28	7	-----
		Invertebrados	12	-----	>0.1
	Laja rugosa con algas	Corales duros	4	3.2	-----
		Corales blancos	1	-----	>0.1
		Ictiofauna	12	-----	1.4
		Vegetación marina	11	30	-----
		Invertebrados	9	-----	2.5

Ambientes en los que incidirá la extracción de sedimentos en el banco marino				
Ambiente	Biota marina	Número de especies	Cobertura (%)	Densidad (col o ind/m ²)
Arenal profundo 23.23% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	0	0	-----
	Corales blancos	0	-----	0
	Ictiofauna	1	-----	0.2
	Vegetación marina	6	11	-----
	Invertebrados	3	-----	>0.1
Arenal somero 7.39% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	0	0	-----
	Corales blancos	0	-----	0
	Ictiofauna	4	-----	0.4
	Vegetación marina	7	11	-----
	Invertebrados	1	-----	>0.1
Laja con algas 0% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	1	>0.1	-----
	Corales blancos	0	-----	0
	Ictiofauna	8	-----	1.1
	Vegetación marina	5	10	-----
	Invertebrados	5	-----	>0.4
Laja con gorgonáceos 0% de incidencia sobre este ambiente	Corales duros	2	>0.1	-----
	Corales blancos	8	-----	1.3
	Ictiofauna	6	-----	1.9
	Vegetación marina	8	32.8	-----
	Invertebrados	14	-----	2.5

Impacto	Generación de hábitat	Signo	Positivo	Factor afectado	Biota marina
Índice de incidencia	0.50	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
	Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados		Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)		
Descripción del impacto	De acuerdo a la caracterización ambiental marina en general el SAR del Proyecto presenta un sistema arrecifal poco desarrollado, en donde la ausencia de una cresta arrecifal bien definida provoca que los ambientes dominantes sean muy homogéneos y con baja diversidad biológica. En particular los ambientes donde serán construidas las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores, hábitats artificiales y vivero de coral, corresponden con áreas con sustrato de laja o arena, en donde la presencia de organismos se registra como baja y la comunidad biótica dominantes son las algas.				

	Considerando lo anterior, la construcción de las estructuras antes mencionadas generará nuevos hábitats, que proveerán de mayor heterogeneidad al ambiente y que se espera que sean colonizados por un mayor número de especies marinas, de acuerdo a sus cualidades adaptativas y de movilidad. Es por ello que este impacto fue considerado como positivo, directo y simple y no significativo debido a la superficie que ocupará con respecto del SAR.
--	---

Impacto	Aumento de abundancia y riqueza poblacional	Signo	Positivo	Factor afectado	Biota marina
Índice de incidencia	0.56	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Sembrado de corales			
Descripción del impacto	El aumento de la abundancia y riqueza poblacional es un impacto que fue valorado como positivo, directo y simple y se encuentra relacionado con la generación de hábitat que se originará por la instalación del vivero de coral y el posterior sembrado del material coralino en los hábitats artificiales. Las especies de coral a utilizarse en el vivero y para la colonización de los hábitats artificiales provendrán de la producción de corales del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración. Al realizar el trasplante de corales en los hábitats artificiales se creará un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica. Este impacto también es considerado una medida de mitigación del impacto negativo para la pérdida de organismos.				

Impacto	Pérdida de individuos	Signo	Negativo	Factor afectado	Biota marina
Índice de incidencia	0.50	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores)		Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados Realización de actividades recreativas	
Descripción del impacto	<p>La pérdida de individuos es un impacto negativo y directo. Será provocado por la construcción y colocación de las estructuras en el mar, así como por la extracción de sedimentos en el banco marino y el vertido de arena en el área marina frente al hotel Secrets Dreams, ya que será inevitable dañar organismos bentónicos que se encuentren enterrados bajo la arena y que no podrán ser rescatados. Los daños pueden ir desde lesiones leves hasta la muerte, los grupos de organismos más vulnerables a este impacto son los equinodermos, moluscos y algunos anélidos.</p> <p>Como se describió en el Capítulo 4 de esta manifestación de impacto ambiental, en el caso del banco de arena, la biota bentónica es muy escasa, la vegetación marina es prácticamente inexistente y los peces presentes pueden retirarse del sitio de forma temporal instintivamente, por lo que los impactos generados por las actividades en esta área, sobre la biota marina, no se consideran significativos.</p> <p>Para el caso de las obras de los diferentes componentes del proyecto como la construcción de las obras de protección costera (rompeolas), hábitats artificiales, entre</p>				

	<p>otros, el impacto no se considera significativo ya que las áreas en donde se llevarán a cabo dichas actividades están sustentadas en un análisis de factibilidad ambiental para la construcción, realizado para minimizar los impactos tanto en comunidades como ambientes; siendo uno de los criterios considerados en el análisis, el bajo registro de especies marinas, lo que reduce considerablemente la probabilidad de dañarlos durante la construcción de las obras. Una vez instaladas las diversas obras marinas generarán un nuevo tipo de hábitat, con mayor heterogeneidad, que permitirá la recuperación paulatina de la diversidad y abundancia de biota marina en los sitios afectados.</p> <p>De igual manera, se consideró que la realización de actividades recreativas en los hábitats artificiales, una vez que estén construidos podría originar pérdida de organismos por el golpe accidental o contacto de los turistas a los organismos marinos.</p>
<p>Medidas para reducir el impacto</p>	<p>Como medidas preventivas para mitigar este impacto se tienen el rescate y reubicación de la biota marina encontrada en las áreas de aprovechamiento tanto para la colocación de las estructuras, como en las áreas de extracción de sedimentos y vertido de arena.</p> <p>De igual manera están considerados la colocación de un vivero de coral y el posterior sembrado del material coralino en los hábitats artificiales, como elementos promotores de arrecifes, para crear un ambiente con mayor riqueza y diversidad biológica. Aunado a lo anterior <i>per se</i> las estructuras generarán un nuevo tipo de hábitat, con mayor heterogeneidad que estará listo para ser colonizado por biota marina.</p> <p>Finalmente se elaborará una guía de buenas prácticas ambientales para realizar de forma adecuada las actividades recreativas consideradas para llevarse a cabo en los hábitats artificiales. Así mismo se impartirán pláticas a los trabajadores sobre el cuidado del medio ambiente, para fomentar la protección de la flora y fauna.</p> <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en los Programas de Manejo Integral de Residuos, Conservación de Hábitat y Especies, Monitoreo Ambiental y Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (Capítulo 6).</p>

2.4.1.6. Paisaje Terrestre

Impacto	Alteración de geoformas	Signo	Positivo	Factor afectado	Paisaje terrestre
Índice de incidencia	0.75	Significancia		Significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Extracción, transporte y vertido de arena Construcción y forestación de duna			
<p>Descripción del impacto</p>	<p>Este impacto se consideró positivo, directo, acumulativo, sinérgico, permanente y residual, y será consecuencia de la recuperación de la playa por el vertido de arena y la posible construcción de una duna artificial (solo en caso de que el sistema lo requiera), así como la forestación de la playa y/o la duna con especies nativas. Este impacto fue valorado como positivo debido a que se recuperará el paisaje que había sido perdido por el proceso de erosión que presenta el área, mejorando su calidad paisajística y disminuyendo su fragilidad. Tanto la recuperación de la playa como la construcción de la duna y su forestación con especies nativas proporcionarán estabilidad a la zona costera disminuyendo su tasa de erosión.</p>				

2.4.1.7. Paisaje Marino

Impacto	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Signo	Negativo	Factor afectado	Paisaje marino
Índice de incidencia	0.56	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados			
Descripción del impacto	<p>Este impacto fue valorado como directo, simple y residual, y es originado por la construcción de las estructuras de protección costera (rompeolas), ya que se insertará un elemento nuevo en el paisaje, diferente de lo que se observa de manera natural. De igual manera estas estructuras podrían obstaculizar el libre paso de especies como las tortugas marinas que requieren de arribar a tierra en época de anidación, sin embargo, como ya fue mencionado anteriormente, a la fecha la zona de playa frente al hotel Secrets Moxche no cuenta con registros de anidación de estas especies. Debido a que la superficie que ocuparán las estructuras, con relación al SAR, es pequeña y a que además podrán servir como refugio y/o establecimiento de comunidades de especies marinas sobre ellas, además de que se ha optado por un diseño para el proyecto en el que las estructuras de protección costera (rompeolas), cuenten con separación entre ellas, fue que se consideró a este impacto como no significativo. Además, se espera que con la protección y la recuperación de la playa, el arribo de tortugas se vea favorecido, al contar con un ambiente propicio para su anidación.</p>				
Medidas para reducir el impacto	<p>Las estructuras de protección costera (rompeolas) contarán con separación entre cada una de ellas permitiendo el paso de los organismos.</p> <p>De igual manera, si bien no se cuenta con registro de anidación de tortugas en el frente de playa del hotel Secrets Moxche, se establecerá un Subprograma de Protección de Tortugas Marinas en el marco del SMGA, para apoyar la conservación de estas especies.</p> <p>Las medidas de mitigación para reducir este impacto se encuentran contenidas en el Programa de Conservación de Hábitat y Especies (Capítulo 6).</p>				

2.4.1.8. Dinámica Litoral

Impacto	Alteración de la zona litoral	Signo	Positivo	Factor afectado	Dinámica litoral
Índice de incidencia	0.63	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados			
Descripción del impacto	<p>Este impacto se consideró como positivo e indirecto, y es originado por la construcción de las estructuras de protección costera (rompeolas), las cuales disminuirán el oleaje que incide sobre la costa frente al hotel Secrets Moxche. Esto representa un cambio en la dinámica litoral que es positivo ya que incide sobre el proceso de erosión de la playa, reduciéndolo especialmente durante eventos de tormenta. Debido a que el efecto de modificación sobre los patrones de oleaje, corrientes y sedimentos sólo se verán modificados sobre el área del Proyecto y no implica la alteración de estos en el SAR fue que se consideró como un impacto no significativo.</p>				

Impacto	Estabilización de la zona litoral	Signo	Positivo	Factor afectado	Dinámica litoral
Índice de incidencia	0.75	Significancia		Significativo	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados			
Descripción del impacto	<p>Esto fue valorado como un impacto positivo, indirecto, simple y sinérgico. La estabilización de la zona litoral es, en particular, uno de los impactos positivos más importantes del Proyecto ya que constituye el principal objetivo del mismo, que es el de disminuir el proceso erosivo natural que impera en el SAR y de manera particular en el frente de playa del hotel Secrets Moxche. Derivará de la colocación de las estructuras de protección costera (rompeolas), que disminuirán el efecto del oleaje durante eventos de tormenta y por lo tanto reducirán el proceso erosivo. Este impacto positivo se consideró significativo.</p>				

2.4.1.9. Arenal Somero, Arenal Profundo, Laja con Algas y Laja con Gorgonáceos

Impacto	Diminución del volumen y área	Signo	Negativo	Factor afectado	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas y laja con gorgonáceos
Índice de incidencia	0.19	Significancia		Despreciable	
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Extracción, transporte y vertido de arena			
Descripción del impacto	<p>Este impacto será negativo, directo, simple, de mediano plazo y recuperable. Se deberá a las actividades de extracción de sedimentos en el banco marino, para el relleno de la zona de playa frente al hotel Secrets Moxche. Afectará a la zona del banco de arena seleccionado. No se considera un impacto que altere la integralidad de los ecosistemas, ya que el sitio de extracción se ha seleccionado cuidadosamente considerando los estudios técnicos realizados (caracterización ambiental marina, hidrográficos, granulometría y sedimentos ver Capítulo 4), así como los siguientes criterios: a) Capacidad del banco para soportar la extracción del volumen de arena requerido, b) encontrarse en un ambiente marino que de acuerdo a la caracterización ambiental cuenta con una comunidad biótica prácticamente nula, c) sustrato propicio, compatible con el sitio a recuperar y d) reducción del efecto acumulativo de impactos por extracción de arena al considerar el aprovechamiento de un solo banco marino.</p> <p>Este impacto se consideró como despreciable debido a que el volumen a extraer del banco representa 40% del mismo. No se consideran medidas de mitigación pues la dinámica propia de la zona acumulará paulatinamente la arena en el sitio, recuperando sus características originales a mediano plazo.</p>				

2.4.1.10. Duna Costera

Impacto	Aumento de la diversidad y cobertura y mantenimiento de diversidad y cobertura	Signo	Positivo	Factor afectado	Duna costera
Índice de incidencia	0.69	Significancia	Significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Forestación de playa Construcción y forestación de duna			
Descripción del impacto	El aumento de diversidad y cobertura de duna costera y su mantenimiento serán impacto positivo, directos y residuales y derivarán de las acciones de forestación de playa y la construcción y forestación de la duna costera. Ya que para la forestación de la duna se utilizarán únicamente especies nativas de la región y características de este tipo de comunidad, se aumentará la diversidad de la zona, así como la cobertura vegetal original, por lo que este impacto se consideró significativo.				

2.4.1.11. Playa

Impacto	Aumento de la superficie	Signo	Positivo	Factor afectado	Playa
Índice de incidencia	0.81	Significancia	Significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Extracción, transporte y vertido de arena			
Descripción del impacto	<p>El aumento de la superficie de la playa se deberá al relleno con arena obtenida del banco elegido. El relleno se ubicará a lo largo del frente de playa del hotel Secrets Moxche y tendrá un ancho original de 30 m de playa en promedio a lo largo de los 300 m lineales aproximadamente que la conforman. El ancho y largo del relleno variará de manera natural dependiendo de las condiciones ambientales predominantes en el sitio a lo largo del año.</p> <p>Este impacto tendrá efectos positivos en factores como el socioeconómico, al mejorar las condiciones de la zona como atractivo turístico, o la fauna terrestre, al proporcionar hábitat para alimentación y reproducción de especies como aves marinas y vadeadoras o reptiles como las tortugas marinas. Asimismo, por ser un impacto acumulativo, sus efectos se sumarán a los de otros proyectos de protección costera que suceden en el SAR.</p> <p>Por todo lo anterior, se considera a este como un impacto positivo, directo, sinérgico y residual, y significativo debido a que se mejorarán las condiciones ambientales y paisajísticas que prevalecen en el área.</p>				

2.4.1.12. Socioeconomía

Impacto	Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios	Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía
Índice de incidencia	0.56	Significancia	No significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
Prospección del área marina Transporte de maquinaria, equipo y materiales		Trazo de los ejes y zonas de anclaje Colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores) Sembrado de corales Construcción y forestación de duna Limpieza general		Adición, reacomodo o reemplazo de elementos prefabricados (mantenimiento) Reacomodo o inyección de arena (mantenimiento) Transporte de maquinaria, equipo y materiales Mantenimiento de hábitats artificiales y vivero Reforestación de duna Realización de actividades recreativas	
Descripción del impacto	Este impacto ha sido considerado como positivo, directo, acumulativo y sinérgico. La demanda de insumos resultará de las acciones del proyecto que requieran de productos no manufacturados en el predio, como gasolineras, refacciones, herramientas, etc. La demanda de mano de obra y servicios derivará de todas las actividades del proyecto que requieran de personal para su realización, así como de servicios tales como recolección de residuos, supervisión ambiental, entre otras. Mediante estas acciones se generarán empleos directos e indirectos, pero la mayoría de ellos temporales, debido a esto se ha considerado como no significativo.				

Impacto	Generación de atractivo turístico	Signo	Positivo	Factor afectado	Socioeconomía
Índice de incidencia	0.94	Significancia	Significativo		
Acciones generadoras del impacto por etapa, obra y para ambas fases					
Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento	
		Extracción, transporte y vertido de arena Instalación de estructuras (hábitats artificiales, vivero y arrecifes disipadores) Sembrado de corales			
Descripción del impacto	Este impacto ha sido considerado como positivo, directo, acumulativo, sinérgico y residual, que se originará por el relleno de la playa, que generará un ambiente agradable para el descanso y recreo de los turistas. Así mismo está directamente relacionado con la colocación de los hábitats artificiales que serán utilizados por los turistas del hotel Secrets Moxche para la realización de actividades recreativas. Este impacto permanecerá una vez terminadas las actividades del Proyecto, por lo que generará beneficios a largo plazo. Considerando que la economía del estado de Quintana Roo se basa en el desarrollo del turismo y en particular el de sol y playa, este será un impacto significativo.				

2.4.2. Impactos Acumulativos

En atención a lo que establece la fracción V del Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, entendidos como aquellos que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente (Art. 3 Fracción VII del mismo reglamento).

El análisis de los impactos ambientales de este tipo se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originadas por efectos aditivos, considerando que el Proyecto no es la única fuente de cambio en el SAR. Por ello fue importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

En este contexto, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) aporta datos útiles sobre la problemática ambiental actual en el área del Proyecto a través de su Programa de Identificación de Regiones Prioritarias. El objetivo principal de este ejercicio es “incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis” (CONABIO 2008).

El Proyecto se encuentra dentro de la región marina prioritaria Punta Maroma – Nizuc (No. 63). De acuerdo a la CONABIO, esta región se caracteriza por la presencia de arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras y estuario, en ella se ha identificado un aporte importante de agua dulce al mar por lagunas que provocan giros y contracorrientes. Existe una gran diversidad de especies marinas y es zona de reproducción de tortugas marinas. Entre los principales problemas detectados están la modificación del entorno por la tala de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, la construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales, así como daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. También se ha detectado deforestación, que ha disminuido la retención de agua, contaminación por descargas urbanas y blanqueamiento de corales.

Por otra parte, el Proyecto también se encuentra dentro de la región hidrológica prioritaria Corredor Cancún – Tulum (No. 105). Esta región se caracteriza por la presencia de cenotes, estuarios, lagunas y humedales, y registra una problemática muy similar que la de la región marina prioritaria Punta Maroma Nizuc: Modificación del entorno, contaminación por aguas residuales y desechos sólidos, uso de recursos pesqueros.

Con la información anterior y a partir de los resultados de las matrices de significancia, el juicio de expertos y la interpretación geográfica, así como de las proyecciones que se presentan en el Capítulo 7 de este manifiesto se identificaron los siguientes impactos acumulativo.

Impactos acumulativos positivos

1. Alteración de geoformas
2. Aumento de la superficie de playa

3. Demanda de mano de obra, insumos y/o servicios
4. Generación de atractivo turístico

Impactos acumulativos negativos

1. Pérdida de individuos de biota marina
2. Contaminación de agua marina

Dos de los cuatro impactos acumulativos positivos inciden sobre el factor socioeconómico y corresponden a la generación de empleos directos e indirectos, así como al aumento de oferta turística. El aumento de la superficie de playa se consideró como un impacto positivo acumulativo debido a que su efecto podrá sumarse al de otros proyectos de recuperación de playas y estabilización de la zona costera en la región. La alteración de las geoformas se consideró como impacto positivo acumulativo debido a que se recuperará el paisaje que había sido perdido por el proceso de erosión que presenta el área, mejorando su calidad paisajística y disminuyendo su fragilidad. En cuanto a los impactos acumulativos positivos por su incidencia el aumento en la superficie de la playa, la generación de atractivos turísticos y la alteración de geoformas, se encuentran en la categoría de significativos. El impacto acumulativo positivo demanda de obra, insumos y/o servicios, el índice de Incidencia lo clasifica como no significativo.

Acerca de los impactos acumulativos negativos, la contaminación del agua marina resultó ser despreciable y acumulativo debido a las posibles descargas de aguas residuales, así como a los lixiviados de tiraderos clandestinos que pudieran existir en la zona. Sin embargo, el proyecto contará con todas las medidas de prevención necesarias para evitar que se contamine el agua marina del SAR, las cuales han sido establecidas en el Capítulo 6 de este manifiesto, por lo que este impacto se considera despreciable.

En cuanto a la pérdida de organismos de biota marina, será un impacto negativo no significativo, debido a que se realizarán labores de rescate previas al desarrollo de las obras del Proyecto que mitigarán el impacto de forma considerable, así como a que, en el área, la diversidad faunística encontrada fue baja. Además, será compensado con el aumento de la abundancia y riqueza poblacional previsto por la instalación del vivero de coral y el posterior sembrado del material coralino en los hábitats artificiales.

2.4.3. Impactos Residuales

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente se deberán identificar, evaluar y describir los impactos residuales, entendidos como aquellos que persisten después de la implementación de medidas de mitigación (Art. 3 Fracción X del mismo reglamento).

Dichos impactos representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente y a partir de ellos se determina el “costo ambiental” del proyecto, es decir la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, el cual se entiende como la capacidad de los ecosistemas de recobrar su funcionalidad ambiental. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró

residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 6.

Derivado de lo anterior se puede establecer que el proyecto generará dos impactos residuales negativos que es la modificación del hábitat y disminución de la conectividad y la modificación del fondo marino que también fue considerado como positivo. Ambos fueron evaluados como no significativos y están relacionados con la construcción de los rompeolas, los que serán un elemento nuevo en el medio ambiente y derivado de su construcción propiciarán la modificación de la topografía submarina en la zona de desplante. Tal y como se explica en el apartado 5.4.2.6, estos son considerados impactos negativo porque modifican el paisaje y la configuración natural del medio marino, así como los patrones de movilidad de algunas especies, sin embargo, los efectos de dichos impactos generarán otros que son positivos, como la protección de la playa y de la infraestructura turística adyacente, así como la generación de hábitat para el establecimiento de especies marinas, por lo que se considera un impacto que no alterará negativamente la integralidad funcional de los ecosistemas del Proyecto ni del SAR. El resto de los impactos negativos no serán residuales porque el proyecto cuenta con medidas de mitigación eficientes que garantizan que los ecosistemas y recursos asociados retornen a su estado original e incluso mejoren la prestación de servicios ambientales.

2.5. Conclusión

A través de técnicas convencionales de identificación de impactos ambientales y el juicio de expertos a lo largo del presente capítulo fue posible identificar, evaluar y describir los impactos ambientales potenciales que pudieran generarse por el desarrollo del Proyecto en caso de resultar autorizado. De este modo se concluye que el proyecto cumple con lo establecido en el Artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del Proyecto, no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el Proyecto y el SAR. De igual forma, se concluye que:

- Se identificaron 21 impactos en total que podrían afectar alguno(s) de los factores del medio natural o socioeconómico del SAR.
- Del total de impactos identificados, 11 fueron positivos, 9 fueron negativos y uno fue considerado tanto positivo como negativo.
- Del total de impactos positivos, el 50% fueron significativos, el 41.67% fueron no significativos y el 8.33% fueron despreciables.
- Del total de impactos negativos, el 50% fueron no significativos y el 50% fueron despreciables. No se identificaron impactos negativos considerados como significativos.
- La etapa del Proyecto que generará mayor número de impactos positivos significativos será la de construcción.
- Las actividades que generará el mayor número de impactos negativos será la extracción, transporte y vertido de arena y la colocación de tapete antisocavación, colchacreto y elementos prefabricados, estas también serán las actividades que generen el mayor número de impactos positivos.
- Los factores del medio que recibirán el mayor número de impactos negativos serán el aire y el agua marina.
- El desarrollo del Proyecto generará cuatro impactos acumulativos positivos que son: la alteración de geoformas, el aumento de la superficie de playa, la generación de atractivo turístico y la demanda de mano de obra, insumos y/ servicios que generará empleos directos e indirectos.
- El desarrollo del Proyecto generará dos impactos acumulativos negativos que son: la pérdida de individuos de biota marina y la contaminación del agua marina.
- El desarrollo del Proyecto generará seis impactos residuales positivos que son: la modificación del fondo marino, la alteración de geoformas, la generación de atractivo turístico, la estabilización de la zona litoral, el aumento de diversidad y cobertura en la duna costera, así como su mantenimiento y el aumento de la superficie en la playa.
- El desarrollo del Proyecto generará dos impactos residuales negativos que consisten en la modificación del hábitat y disminución de la conectividad y la modificación del fondo marino.

- El Proyecto incide mayormente a nivel de elementos con un índice de incidencia y rango de significancia predominantemente no significativo y despreciable y que la mayoría de los significativos son positivos. Esto se traduce en que el Proyecto no pone en riesgo la estructura y función de los ecosistemas y generará alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos del Proyecto y del SAR, por lo que no comprometerá su integridad ecológica.

En resumen, el Proyecto no generará impactos ambientales que produzcan desequilibrios ecológicos que afecten: a) la existencia y desarrollo del hombre y demás seres vivos, b) la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el predio y el SAR y c) los bienes y servicios ambientales que los ecosistemas prestan en el Proyecto y el SAR; y que por lo tanto es procedente.

En el Capítulo 6 de esta manifestación de impacto ambiental regional, se presentan las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del Proyecto. Estas medidas se integran de manera precisa y coherente en el marco de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental específico para el Proyecto, cuya ejecución disminuye el impacto ambiental del mismo y evita causar desequilibrios ecológicos³ que afecten la continuidad de los procesos naturales del SAR evaluado.

³ LGEEPA, Artículo 3, Fracción XII.- Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	2
6.1. Introducción.....	2
6.2. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental.....	3
6.3. Acciones a Realizar a través del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental y su Relación con los Impactos Identificados	4
6.4. Programas del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental	10
6.4.1. Programa de Supervisión Ambiental	10
6.4.2. Programa de Manejo Integral de Residuos	11
6.4.2.1. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos	11
6.4.2.2. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos.....	15
6.4.2.3. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial	17
6.4.3. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas	19
6.4.3.1. Subprograma de Conservación de Hábitat y Especies	20
6.4.3.2. Subprograma de Protección de Tortugas Marinas	29
6.4.3.3. Subprograma de Educación Ambiental	30
6.4.4. Programa de Monitoreo Ambiental	31
6.4.5. Programa de Prevención y Atención a Contingencias	34
6.5. Evaluación de la Efectividad de las Acciones del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental	38
6.6. Resumen de las Acciones que Conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental	39
6.7. Conclusión.....	41

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

6.1. Introducción

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) que establece que:

“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.”

En este sentido, y en cumplimiento con el artículo antes mencionado, en el Capítulo 5 de esta manifestación de impacto ambiental se identificaron, evaluaron y describieron los posibles efectos en los ecosistemas (impactos ambientales) que potencialmente podría ocasionar el Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Con base en este análisis se determinó la necesidad de definir medidas y estrategias integrales de manejo que permitan la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

Se trabajó conjuntamente con el promovente del Proyecto a partir de un planteamiento ecosistémico y con una visión metodológica integral que dio como resultado el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del proyecto Desarrollo Turístico Secrets Moxche, el cual se propone y somete a la consideración de la autoridad y que se describe en este capítulo, como un compromiso formal en la búsqueda de una implementación y desarrollo sustentable del Proyecto.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA), es un instrumento operativo formado por un conjunto de reglas o principios que se encuentran racionalmente enlazados para cumplir los siguientes objetivos:

- Implementar las obras e infraestructura propuestas y llevar a efecto las operaciones y actividades relacionadas en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales involucrados, con la finalidad de que el Proyecto sea responsable y sustentable.
- Contar con un instrumento práctico e integral para llevar a efecto en tiempo y forma las medidas de manejo de impactos ambientales comprometidas por el Proyecto en la presente manifestación de impacto ambiental.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento tanto a los criterios de manejo previstos en el programa de ordenamiento aplicable al Proyecto, como a los términos y condicionantes ambientales que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales imponga al mismo en el caso de que sea autorizado.

- Posibilitar dentro de un marco operativo específico, la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto.

6.2. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

El SMGA funciona a partir de programas y subprogramas, definidos como series ordenadas de operaciones o actividades, dirigidos al cumplimiento de uno o varios objetivos generales. Cada programa a su vez engloba series más pequeñas de acciones dirigidas hacia un objetivo particular.

El diseño del SMGA comprende 5 programas y 6 subprogramas (Tabla 6. 1), que engloban las diferentes medidas a aplicar en cada etapa del Proyecto, las cuales se interrelacionan para formar una red de acciones en pro de la sustentabilidad.

Tabla 6. 1. Diseño del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto.

Programa	Clave	Subprograma	Clave
Supervisión Ambiental	SA		
Manejo Integral de Residuos	MIR	Manejo Integral de Residuos Sólidos	MIRS
		Manejo Integral de Residuos Líquidos y Sanitarios	MIRL
		Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial	MIRP
Conservación y Manejo de Ecosistemas	CME	Conservación de Hábitat y Especies	CHE
		Educación Ambiental	EA
		Protección de Tortugas Marinas	PTM
Monitoreo Ambiental	MA		
Prevención y Atención a Contingencias Ambientales	PAC		

El eje rector principal del SMGA es la legislación ambiental desde todos los niveles de gobierno. Cada programa y subprograma está diseñado de tal forma que cumpla con lo dispuesto en los criterios del ordenamiento ecológico correspondiente, así como en lo establecido en las leyes, reglamentos y normas a las que deba sujetarse el Proyecto (Tabla 6. 2 y Tabla 6. 3).

Tabla 6. 2. Cumplimiento de leyes y reglamentos a través de los Programas del SMGA del Proyecto. SA: Supervisión Ambiental, MIR: Manejo Integral de Residuos, CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, MA: Monitoreo Ambiental y PAC: Prevención y Atención a Contingencias.

Instrumento legal	Tema	SA	MIR	CME	MA	PAC
Leyes, Reglamentos y Ordenamientos						
Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias ("CPCMVD").	Contaminación del mar	X	X	X		X
Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento	Especies protegidas, conservación de la biodiversidad	X	X	X	X	
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento	Manejo y disposición de residuos	X	X			
Ley General del Cambio Climático	Protección de ecosistemas costeros	X		X	X	
Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos de Quintana Roo	Manejo y disposición de residuos	X	X			
Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en Quintana Roo	Protección de ecosistemas costeros	X		X	X	
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	Recuperación de especies en riesgo	X		X	X	

Instrumento legal	Tema	SA	MIR	CME	MA	PAC
Leyes, Reglamentos y Ordenamientos						
	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas					
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	Protección de ecosistemas costeros	X		X	X	
	Protección de especies en riesgo					
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad	Protección de ecosistemas costeros	X		X	X	
	Protección de especies en riesgo					

Tabla 6. 3. Normas Oficiales Mexicana aplicables al Proyecto, y su relación con los diferentes programas del SMGA. SA: Supervisión Ambiental, MIR: Manejo Integral de Residuos, CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, MA: Monitoreo Ambiental y PAC: Prevención y Atención a Contingencias.

Instrumento legal	Tema	SA	MIR	CME	MA	PAC
Normas Oficiales Mexicanas						
NOM-052-SEMARNAT-2005	Manejo y disposición de residuos	X	X			
NOM-054-SEMARNAT-1993	Manejo y disposición de residuos	X	X			
NOM-061-SEMARNAT-2011	Manejo y disposición de residuos	X	X			
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Contaminación del suelo por hidrocarburos	X	X			X
NOM-076-SEMARNAT-2012	Contaminación atmosférica	X		X		X
NOM-077-SEMARNAT-1995	Contaminación atmosférica	X		X		X
NOM-080-SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	X		X		
NOM-081-SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	X		X		
NOM-085-SEMARNAT-2011	Contaminación atmosférica	X		X		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Especies en riesgo	X		X	X	
NOM-022-SEMARNAT-2003	Protección de humedales costeros	X		X		
NOM-001-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral	X				X
NOM-002-STPS-2010	Seguridad e higiene laboral	X				X
NOM-017-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral	X				X
NOM-025-STPS-2008	Seguridad e higiene laboral	X				X
NOM-003-SEGOB-2002	Seguridad e higiene laboral	X				X

6.3. Acciones a Realizar a través del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental y su Relación con los Impactos Identificados

Las acciones propuestas pretenden prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados como negativos en el Capítulo 5, así como cualquier otro que pudiera ocurrir durante el desarrollo del Proyecto. Para identificar el tipo de acción de que se trate se han empleado los siguientes criterios de clasificación:

De prevención (P): Acción que pretenden evitar efectos previsibles de deterioro ambiental.

De mitigación (M): Acción que pretende atenuar los impactos ambientales.

De compensación (C): acción que pretende igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente por el desarrollo del Proyecto.

Asimismo, las acciones se clasificaron de acuerdo con su incidencia sobre los impactos identificados de la siguiente manera:

Directa (D): acción que pretende prevenir o mitigar un impacto identificado en el lugar y el momento en que se podría producir; por ejemplo, contención de sedimentos.

Indirecta (I): acción que pretende prevenir o mitigar impactos, identificados o no, en un lugar y/o momento distinto al lugar y/o momento en que son generados, o compensar un impacto en un lugar diferente al afectado; por ejemplo, capacitar a los empleados para que sepan actuar adecuadamente en caso de una contingencia ambiental.

En la Matriz 6. 1 se observan los impactos negativos esperados por el desarrollo de las obras y actividades proyectadas y las acciones correspondientes del SMGA.

Matriz 6. 1. Matriz de medidas que conforman el SMGA del Proyecto e impactos negativos sobre los factores que incide. Se excluyen las medidas correspondientes al Programa de Supervisión Ambiental. p: prevención, m: mitigación, c: compensación. MIR: Manejo Integral de Residuos, MIRS: Manejo Integral de Residuos Sólidos, MIRL: Manejo Integral de Residuos Líquidos, MIRSP: Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, CHE: Conservación de Hábitat y Especies, PTM: Protección de Tortugas Marinas, EA: Educación Ambiental, MA: Monitoreo Ambiental y PAC: Prevención y Atención a Contingencias. Nota: Algunas de las medidas son de carácter complementario para el SMGA por lo que se podrá observar que no están asociadas a un impacto, no así todos impactos, los cuales están relacionados con una medida de atención, con excepción del factor sustrato marino, el cual fue identificado como no mitigable, para más detalles consultar Capítulo 5.

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Total de impactos por medida		
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área				
MIR	MIRS	1	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados		p			p						2		
		2	Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo y en embarcaciones		p			p							2	
		3	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo		p			p								2
		4	Separación de residuos sólidos		p			p								2
		5	Uso de instalaciones de servicios del hotel		m			m								2
		6	Realizar pláticas con los trabajadores para comunicar el manejo adecuado de los residuos generados		p			p								2
		7	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas por la Secretaria de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) de Quintana Roo.					p								1

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Total de impactos por medida	
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área			
	MIRL	8	Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores		p			p						2	
		9	Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas		p			p							2
		10	Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los baños portátiles		p			p							2
	MIRP	11	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial		p			p			p				3
		12	Confinamiento temporal en el almacén del hotel destinado para los residuos peligrosos y de manejo especial		p			p							2
CME	CHE	1	Rescate y reubicación de biota marina								p			1	
		2	Construcción de elementos prefabricados, arrecifes disipadores y hábitats artificiales fuera del área del Proyecto		m	m	m	m							4
		3	Colocación de cortinas antidispersión de sedimentos durante las actividades de construcción o instalación de estructuras en la zona marina, extracción de sedimentos, vertido de arena y conformación de duna	p								p			2
		4	Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados		p							p			2
		5	Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones		p	p	p	p							4
		6	No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente			p	p								2

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Total de impactos por medida
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	
		7	Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar								p			1
		8	Actividades de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos		p	p	p	p			p			5
		9	Construcción de obras de protección costera (rompeolas) separadas entre si									m		1
		10	Señalización								p			1
		11	Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades		p			p			p			3
		12	No afectación a las playas vecinas											0
		13	Ubicación y selección del banco de arena								p		p	2
		14	Colocación de elementos promotores de arrecife								c	c		2
		15	Uso de un sistema para la succión de sedimentos, en las actividades de colocación de hábitats artificiales	p							p			2
		16	Uso de materiales no tóxicos, ni contaminantes para el medio marino		p						p			2
		17	Sembrado de corales sobre elementos promotores de arrecife								c	c		2
		18	Forestación de la playa y duna con especies nativas						c					1
	PTM	19	Protección de tortuga marina									c		1
	EA	20	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno		p	p	p	p			p			5
		21	Realizar pláticas con los trabajadores para la difusión de las obligaciones ambientales, el cuidado de la flora y fauna y las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente.		p	p	p				p			4

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Total de impactos por medida
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	
		22	Guía de buenas prácticas ambientales para realizar actividades recreativas		p						p			2
MA		1	Monitoreo de biota marina		m						m			2
		2	Monitoreo de la dinámica costera											0
		3	Monitoreo de duna costera											0
PAC		1	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	p	p			p			p			4
		2	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	p	p			p			p			4
		3	Contar con flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos		p						p			2
		4	Contar con un protocolo de acción en caso de derrame de combustible		p			p			p			3
		5	Contar con un plan de acción en caso de fuga de sedimentos	p							p			2
		6	Realización de las actividades bajo condiciones climáticas óptimas	p	p						p			3
		7	Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	p	p						p			3
		8	Selección de ruta segura para la navegación de la draga								p			1

6.4. Programas del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

A continuación, se presentan los programas que conforman el SMGA para el Proyecto, y se describen sus objetivos y las medidas que los componen, así como su indicador de éxito. Estas medidas serán aplicadas durante todas las etapas de desarrollo.

6.4.1. Programa de Supervisión Ambiental

La verificación del cumplimiento de todas las medidas propuestas en el SMGA se realizará a través del Programa de Supervisión Ambiental, el cual funcionará como un mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas del SMGA, que permitirá garantizar su funcionamiento y mejorar su efectividad.

La Supervisión Ambiental estará presente durante todas las etapas del Proyecto a través de inspecciones al sitio para identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Sus objetivos serán los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto en todas sus etapas de desarrollo;
- Supervisar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales identificados en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Ejecutar el sistema de manejo y gestión ambiental del Proyecto.

Sus acciones concretas serán las siguientes:

- a. Cumplimiento de obligaciones ambientales. Consistirá en la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo:
 - Las medidas de mitigación que se contemplan en la presente manifestación de impacto ambiental.
 - La legislación y normatividad ambiental federal estatal y municipal aplicable al Proyecto.
 - Las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.
- b. Supervisión del proceso de preparación, construcción y de mantenimiento. Consistirá en el establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante las etapas de preparación, construcción y de mantenimiento. Se dará seguimiento con el responsable de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas. Se deberá poner especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales, asegurando la menor afectación ambiental.

- c. Generación de reportes de cumplimiento. Consistirá en la presentación por escrito de los resultados de la supervisión del Proyecto durante cada una de sus etapas. Se deberán incluir evaluaciones cuantitativas de desempeño del Proyecto basadas en el número de acciones efectivas llevadas a cabo en tiempo y forma, número de sanciones recibidas por la ejecución del Proyecto, número de reconocimientos en materia ambiental recibidos por el Proyecto, número de certificaciones en materia ambiental obtenidas por el Proyecto. Los reportes de cumplimiento deberán estar sustentados en la información vertida en las bitácoras de los Programas del SMGA, así como en la bitácora de supervisión, las cuales, deberán estar disponibles para su revisión por las autoridades competentes cuando lo requieran.

Dichas acciones las llevarán a cabo supervisores ambientales calificados, quienes deberán realizar visitas regulares de inspección al sitio del Proyecto y anotar en una bitácora de supervisión formal todas las observaciones realizadas. La información asentada en la bitácora será la base para los reportes periódicos de cumplimiento del Proyecto.

Como apoyo para facilitar la supervisión ambiental, el proyecto contará con un reglamento para trabajadores, contratistas, prestadores de servicios y demás personal requerido durante las etapas de preparación y construcción.

6.4.2. Programa de Manejo Integral de Residuos

En el Capítulo 5 de esta manifestación de impacto ambiental, se identificaron la contaminación del suelo y del agua marina como impactos negativos que, podrían ser generados por el Proyecto debidos al mal manejo de los residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. De ahí que para disminuir lo más posible ese riesgo el SMGA incluye el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Sus objetivos son:

- Reducir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al agua marina que pudieran ocurrir durante cualquier etapa de desarrollo del Proyecto;
- Implementar medidas que aseguren que el Proyecto se apega a la legislación aplicable en materia de residuos.

Para lograr los objetivos planteados el programa se ha dividido en tres subprogramas que atienden a cada tipo de residuo según la clasificación manejada en la legislación vigente.

6.4.2.1. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6.4.

Tabla 6. 4. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Sólidos						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados	X	X	X	X		
2. Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo y en embarcaciones	X	X	X	X		
3. Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo	X	X	X	X		
4. Separación de residuos sólidos	X	X	X	X		
5. Uso de instalaciones de servicios del hotel	X	X	X		X	
6. Realizar pláticas con los trabajadores para comunicar el manejo adecuado de los residuos generados	X	X		X		
7. Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas por la Secretaria de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) de Quintana Roo	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua marina		Contaminación			
	Suelo		Contaminación			
Indicadores de éxito:						
Número de contenedores rotulados x 100 / número total de contenedores.						
Número de contenedores con incorrecta separación de residuos x 100 / número total de contenedores.						
Presencia o ausencia de residuos fuera de los contenedores en las áreas de trabajo.						
Presencia o ausencia de fauna en el almacén de residuos.						
Presencia o ausencia de residuos dispersos o en bolsas alrededor o dentro del almacén.						
Presencia o ausencia de lixiviados dentro o fuera del almacén.						
Registro de bitácoras.						

Todos los residuos generados por el Proyecto serán clasificados y acopiados de acuerdo a su tipo (RSU, RME, RP¹). La clasificación se hará con apego a la normatividad aplicable vigente.

Los residuos sólidos generados por el proyecto se deberán acopiar de manera separada en contenedores según lo especificado en la Tabla 6. 5.

¹ Residuos sólidos urbanos (RSU): los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, así como los que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública y que tienen características domiciliarias.

Residuos de manejo especial (RME): aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Residuos peligrosos (RP): aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Antes de ingresar los residuos al almacén deberán registrarse en la bitácora con los siguientes datos:

Fecha de ingreso al almacén	Tipo de residuos	Peso	Empresa recolectora	Destino final	Fecha de recolección

Tabla 6. 5. Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo a su tipo.

Categoría	Residuos	Contenedores	Manejo
Residuos orgánicos aptos para composta	Residuos del desmonte y labores de jardinería (ramas, hojas, troncos) Residuos de alimentos de origen vegetal (frutas y verduras)	Contenedores plásticos o metálicos con tapa, de tamaño variable de acuerdo al volumen de residuos generado por área, o costales de yute o de rafia	Traslado al área de compostaje para su integración a la formación de abono
Residuos orgánicos no aptos para composta	Residuos orgánicos de origen animal (huesos, lácteos, cascarones de huevo, carnes y derivados) Residuos de origen vegetal contaminados con residuos peligrosos.	Contenedores plásticos o metálicos con tapa hermética de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área.	Traslado al almacén de residuos para su recolección por el camión recolector
Residuos inorgánicos reciclables	Cartón y papel limpios, botellas de vidrio, plásticos reciclables limpios, aluminio, tetrapacks	Contenedores plásticos o metálicos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Traslado al almacén de residuos reciclables para su recolección por compañías especializadas autorizadas por la SEMA para su recolección y transporte a centros de acopio y/o reciclaje autorizados por la SEMA
Residuos inorgánicos no reciclables	Plásticos no reciclables Otros materiales no aptos para su reciclaje como desechos sanitarios, PVC, metales y escombros, vidrios de ventanas, entre otros	Contenedores plásticos o metálicos de tamaño variable de acuerdo al volumen generado por área	Traslado al almacén de residuos para su recolección por el camión recolector

La ubicación, distribución y número de contenedores dependerá del avance de la obra; sin embargo, se deberá garantizar que todos los frentes de trabajo cuenten con al menos 1 contenedor para cada tipo de residuo que se genere y que dichos contenedores se ubiquen en áreas de mayor incidencia de los trabajadores.

Durante todas las etapas del proyecto se colocarán señalamientos que sirvan de referencia en cuanto a los procedimientos de separación de los residuos en las áreas donde se ubiquen los contenedores, de esta manera se hará más eficiente su manejo (Figura 6. 1). La anterior medida se reforzará con la realización de pláticas dirigidas a los trabajadores para comunicar el manejo adecuado de los residuos que se generen.

Figura 6. 1. Ejemplos de señalamientos que se colocarán en las áreas de contenedores y almacenes de residuos para fomentar su separación adecuada.



Los residuos inorgánicos reciclables deberán manejarse de acuerdo a lo establecido en la siguiente Tabla 6. 6.

Tabla 6. 6. Manejo y disposición temporal de residuos sólidos inorgánicos reciclables por parte del Proyecto.

Tipo de residuo	Manejo y acopio temporal
Papel y cartón	Deberá compactarse y mantenerse limpio y seco.
PET y PEAD	Deberán acopiarse limpios y secos en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Vidrio	Deberán acopiarse limpios, secos y en buen estado (no rotos) en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Aluminio	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Tetrapack	Deberán acopiarse limpios, secos y compactados en el almacén de residuos sólidos reciclables para su entrega a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio o reciclaje.
Neumáticos	Deberán acopiarse en un área protegida de la lluvia para evitar que acumulen agua y entregarse a una empresa acreditada para su manejo y traslado a centros de acopio y transformación para reutilización del material.
Escombros	Deberá acopiarse sin residuos de plástico, envolturas de comida, cables, varillas, entre otros, en un área designada para ello dentro de la zona industrial en donde será recolectado para su disposición final por una empresa debidamente acreditada para ser llevado a donde indique la autoridad competente.

Los residuos sólidos generados se acopiarán dentro de las instalaciones del hotel Secrets Moxche para su posterior recolección por el responsable correspondiente.

6.4.2.2. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6.7.

Tabla 6. 7. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Líquidos						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
8. Contratación de una empresa autorizada para la renta de sanitarios portátiles y colocación de los mismos en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores	X	X		X		
9. Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas	X	X		X		
10. Contratación de una empresa autorizada por la SEMA para la recolección y transporte de residuos líquidos sanitarios y aguas jabonosas	X	X		X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua marina		Contaminación			
	Suelo		Contaminación			
Indicadores de éxito:						
Numero de sanitarios instalados acorde con el número de trabajadores por etapa del Proyecto. Contrato con empresa autorizada para la renta, mantenimiento y limpieza de los sanitarios. Registro de bitácoras.						

Se colocará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores. El espacio mínimo por cabina de evacuación será de 1.2 m² con una altura de 2.3 m. Deberán contar con puertas de ventilación superior e inferior y encontrarse equipados con lo mínimo necesario (papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a tanque contenedor). Su número se deberá adecuar en función de la cantidad de trabajadores que corresponda a cada etapa de trabajo.

Los sanitarios portátiles deberán ser atendidos en cuanto a su mantenimiento y limpieza por una empresa especializada y acreditada para ello por las autoridades competentes. Dicha empresa deberá hacerse cargo de retirar los residuos generados por el uso de los sanitarios y manejarlos adecuadamente.

Se instalarán lavabos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles que deberán contar con sistema de captación de aguas jabonosas (aguas grises), las cuales deberán ser retiradas del predio por empresas debidamente autorizadas para su transporte y disposición final.

Se llevará una bitácora con la siguiente información:

Actividad	Fecha	Cantidad	Empresa	Número de permiso	Destino final de los residuos

6.4.2.3. Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6. 8.

Tabla 6. 8. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.

Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
11. Establecimiento de lineamientos claros para la identificación y disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial	X	X	X	X		
12. Confinamiento temporal en el almacén del hotel destinado para los residuos peligrosos y de manejo especial	X	X	X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua marina		Contaminación			
	Suelo		Contaminación			
	Biota marina		Pérdida de individuos			
Indicadores de éxito:						
Manifiesto del manejo de residuos peligrosos y/o de manejo especial.						

En caso de que el Proyecto genere algún tipo de residuo peligrosos durante alguna de las etapas de desarrollo del Proyecto deberán manejarse de diferente manera de acuerdo a sus características particulares, en apego a lo establecido en la Tabla 6. 9.

Tabla 6. 9. Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos.

Tipo de Residuo	Manejo	Disposición final
Thiner	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.
Pinturas y esmaltes		
Estopas impregnadas con residuos		
Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final

Se establecerán lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos de acuerdo a su tipo y para su registro en bitácora.

Los residuos peligrosos y de manejo especial generados también se acopiarán dentro de las instalaciones del hotel Secrets Moxche para su posterior recolección por una empresa autorizada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la recolección y transporte de residuos peligrosos. Todos los residuos peligrosos que se ingresen, deberán colocarse en contenedores que contendrá la siguiente etiqueta, en caso de aceites el contenedor deberá tener tapa.

RESIDUOS PELIGROSOS
 SI LO ENCUENTRA, AVISE A LA AUTORIDAD DE SEGURIDAD PUBLICA MAS CERCANA, O SEMARNAT

NOMBRE DEL RESIDUO: _____

FECHA INICIAL DE ALMACENAMIENTO: ____ / ____ / ____

CLAVE CRETIB / DESCRIPCION: _____

INFORMACIÓN DEL GENERADOR:
 NOMBRE _____
 DIRECCIÓN _____
 CIUDAD _____, ESTADO _____, CP _____
 TELÉFONO _____

NUMERO DE IDENTIFICACIÓN DE SEMARNAT: _____
 NUMERO DEL MANIFIESTO DE ENVIO: _____

RESIDUOS PELIGROSOS MANEJESE CON CUIDADO
 NUESTRAS REGLAMENTACIONES EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS PROHIBEN EL MANEJO INAPROPIADO DE RESIDUOS

El ingreso de los residuos deberá quedar registrado en la bitácora del almacén de residuos peligrosos cuyo formato se presenta a continuación.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 SUBSECRETARÍA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
 DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS

BITÁCORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS Y SITIOS CONTAMINADOS
 Modalidad A. Bitácora de grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos.
 SEMARNAT-07-027-A

GENERACIÓN											ALMACENAMIENTO TEMPORAL		MANEJO				
Nombre del residuo peligroso Art. 71 fracción I inciso I	Cantidad generada Ton.	Características de peligrosidad del residuo - Código de peligrosidad de los residuos (CPR)										Fecha de ingreso	Fecha de salida	Fase de manejo siguiente a la salida del almacenamiento	Prestador de servicio		
		Co	R	E	Td	Ted	Th	Tto	Io	B	M				Nombre, denominación o razón social	Número de autorización	
Total		Nombre del responsable técnico de la bitácora															

6.4.3. Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas

El desarrollo del Proyecto implicará riesgos de afectación a los ecosistemas marinos y costeros, así como a las especies que en ellos habitan, para disminuir estos riesgos se implementará el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, el cual tiene los siguientes objetivos:

- Mitigar los impactos generados por el desarrollo del Proyecto sobre los ecosistemas que se encuentran en el SAR correspondiente.
- Garantizar la conservación de los ecosistemas que se encuentran en el SAR a través del mantenimiento de los procesos ecológicos propios de cada uno de ellos.
- Garantizar que el Proyecto no afectará a las poblaciones de especies en riesgo dentro del SAR.
- Mitigar el impacto de la pérdida de biota marina provocados por el desarrollo del Proyecto.

Para lograr dichos objetivos el programa se ha dividido en tres subprogramas cuyos alcances y acciones particulares se describen a continuación.

6.4.3.1. Subprograma de Conservación de Hábitat y Especies

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6. 10.

Tabla 6. 10. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Conservación de Hábitat y Especies.

Subprograma de Conservación de Hábitats y Especies						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Rescate y reubicación de biota marina	X	X	X		X	
2. Construcción de elementos prefabricados, arrecifes disipadores y hábitats artificiales fuera del área del Proyecto	X				X	
3. Colocación de cortinas antidisipación de sedimentos durante las actividades de construcción o instalación de estructuras en la zona marina, extracción de sedimentos, vertido de arena y conformación de duna		X		X		
4. Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados	X			X		
5. Uso de maquinaria en óptimas condiciones	X	X	X	X		
6. No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente	X	X	X	X		
7. Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar	X	X	X	X		
8. Actividades de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos	X	X	X	X		
9. Construcción de obras de protección costera (rompeolas) separadas entre si		X			X	
10. Señalización	X	X	X	X		
11. Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades		X		X		
12. No afectación a las playas vecinas		X				
13. Ubicación y selección del banco de arena	X			X		
14. Colocación de elementos promotores de arrecife		X				X
15. Uso de un sistema para la succión de sedimentos, en las actividades de colocación de hábitats artificiales		X		X		
16. Uso de materiales no tóxicos, ni contaminantes para el medio marino		X		X		
17. Sembrado de corales sobre elementos promotores de arrecife		X				X
18. Forestación de la playa y duna con especies nativas		X	X			X
Factores e impactos sobre los que incide	Biota marina		Pérdida de individuos			
	Agua marina		Contaminación			
			Aumento de turbidez			

Subprograma de Conservación de Hábitats y Especies						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
	Aire		Contaminación por gases y polvos			
			Contaminación por ruido			
	Suelo		Contaminación			
	Paisaje marino		Modificación del hábitat y disminución de la conectividad			
Indicadores de éxito:						
Número de ejemplares rescatados.						
Registro documental de la temporalidad de mantenimiento realizado a la maquinaria.						
Registro fotográfico de las actividades de limpieza posterior a los trabajos.						
Lista de especies utilizadas en la forestación de playa y duna.						
Número de cortinas antidispersión colocadas por áreas de trabajo.						

Rescate y reubicación de biota marina

Previo al inicio de las actividades del Proyecto, se realizará una prospección de las áreas de afectación para localizar organismos marinos y realizar su rescate y traslado a un área ecológicamente similar y cercana dentro del Sistema Ambiental Regional en donde no sean afectados por el Proyecto, siempre que el tipo de organismo lo permita. Dicha labor será ejecutada por buzos equipados con SCUBA, redes o contenedores especiales y tablillas de acrílico en donde llevarán el registro del número de ejemplares rescatados y de la especie o el grupo al que pertenecen; estos datos serán después integrados a la bitácora de rescate de fauna. El procedimiento detallado para realizar el rescate de biota marina se describirá en el Programa de Rescate de Biota Marina que se elaborará en caso de ser aprobado el Proyecto. Cabe señalar que, en el Anexo 6.1, se presenta a grandes rasgos, los procedimientos, por tipo de organismo, que se seguirán para el rescate de biota marina. Antes de implementar dicho Programa, éste se presentará ante la SEMARNAT para su aprobación.

Asimismo, se realizarán inspecciones continuas a las mallas antidispersión de sedimentos mientras se encuentren colocadas en el sitio, para identificar cualquier animal que pudiera haber quedado atrapado. En caso de que esto suceda se procederá a su inmediata liberación en un área fuera de la zona de maniobras y se registrará en bitácora el suceso incluyendo hora del día, área de trabajo, especie registrada y tamaño del ejemplar.

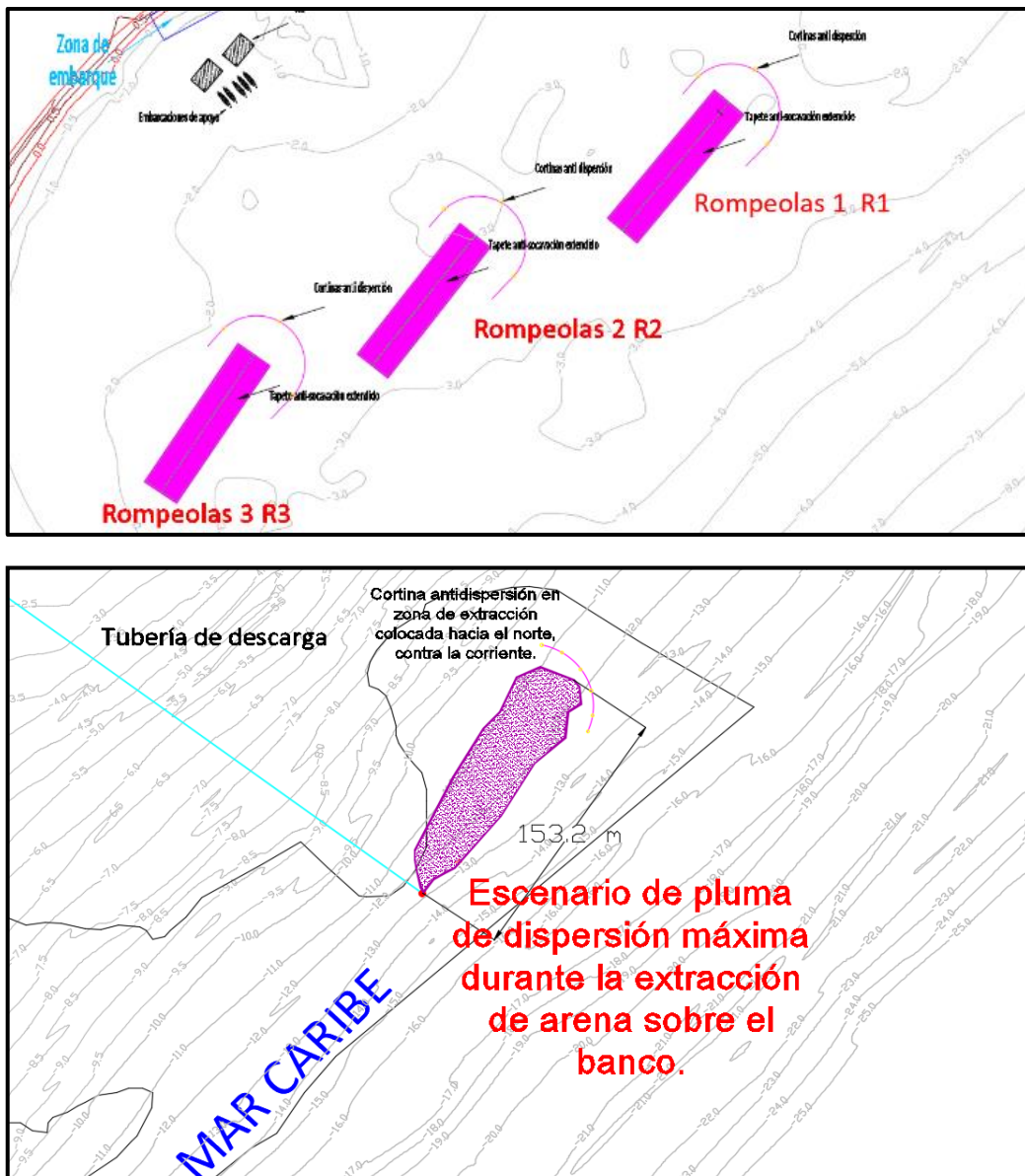
Construcción de elementos prefabricados, arrecifes disipadores y hábitats artificiales fuera del área del Proyecto

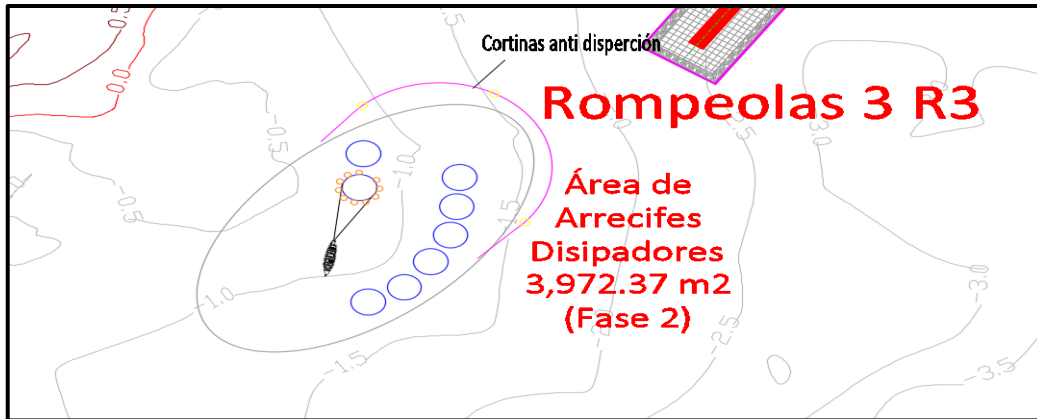
Los elementos prefabricados que se requerirán para la construcción de las estructuras de protección costera (rompeolas), así como arrecifes disipadores y hábitats artificiales, serán construidos fuera del área del Proyecto. Estos serán transportados y entregados limpios por el proveedor en la zona de trabajo, lo que disminuirá considerablemente la generación de desechos sólidos, líquidos y peligrosos, así como la emisión de partículas y gases a la atmósfera, evitando también la afectación directa a ecosistemas o especies.

Colocación de cortinas antidispersión de sedimentos durante las actividades de construcción o instalación de estructuras en la zona marina, extracción de sedimentos, vertido de arena y conformación de duna

Como medida preventiva para evitar el aumento de turbidez en el agua, se colocarán mallas antidispersión de sedimentos durante las actividades de construcción o instalación de estructuras en la zona marina, la extracción de sedimentos en el banco de arena, el vertido de arena en la zona de relleno y durante la conformación de la duna.

Figura 6. 2. Ubicación de las cortinas antidispersión de sedimentos (línea rosa) durante las maniobras de colocación de tapetes antisocavación para la construcción de los rompeolas (arriba), en la extracción de sedimentos en el banco de arena (en medio) y en la instalación de los arrecifes disipadores (abajo).





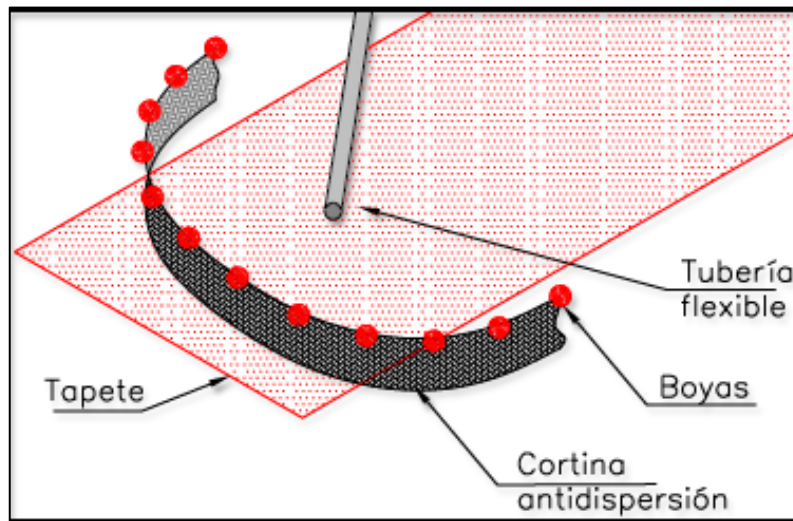
Las cortinas se unirán una con otra por medio de suturas, formando una media luna; cada malla tendrá una dimensión de 20 m de largo y se mantendrán a flote por medio de boyas amarradas a la malla. En cada punto donde se coloque una boya se amarrará un lastre para extenderla hacia el fondo.

Figura 6. 3. Cortinas antidispersión.



Una vez que se concluya la instalación de las cortinas se realizará una verificación para validar la correcta instalación de estos elementos previo a la realización de las obras y actividades. Con la instalación de las cortinas antidispersión de sedimentos en los sitios propuestos, se puede esperar que la arena contenida en suspensión en su interior y por lo tanto protegida de las corrientes dominantes, se estabilice y después de un tiempo se deposite en el fondo sin ocasionar alteraciones en las áreas cercanas.

Figura 6. 4. Ejemplo de instalación de cortina antidispersión de sedimentos.



Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados

La construcción de los rompeolas no involucra el uso de elementos o sustancias que dañen a la vida marina, el tapete antisocavación está hecho de un textil de filamentos de polipropileno tejidos e inerte a la degradación, el mortero con el que se rellenará el colchacreto es de rápido fraguado y el tamaño de las partículas no permite que se filtren por el geotextil por lo que solidificará dentro de éste sin contaminar el agua, los elementos prefabricados se fabrican fuera del agua y una vez fraguados se lavarán y transportarán al área del Proyecto. El concreto no representa ninguna amenaza para la vida marina ya que no se disuelve ni desprende materiales tóxicos. Por otro lado, la arena que se pretende usar en el relleno de playa será extraída de un banco marino cercano a la zona que tiene sedimentos con características similares a las de la playa a rellenar, por lo que no se introducirán elementos dañinos al sistema y solo se reemplazará el material perdido por la erosión.

Uso de maquinaria en óptimas condiciones y no mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente

Para el desarrollo del Proyecto se utilizarán vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en óptimas condiciones para su operación, así como adecuada afinación de los motores de combustión interna. Así mismos los vehículos, maquinaria y equipo que no se encuentre en uso se mantendrán apagados. De esta forma se reducirán las emisiones a la atmósfera y la generación de ruido.

Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar

Se utilizarán embarcaciones de bajo calado para los trabajos en áreas someras. La draga que se propone utilizar para la extracción de sedimentos tiene un calado cargado por completo de 2.5 m y la máxima profundidad de dragado es de 25 m; ya que el banco de arena se encuentra entre 6 y 19 m, la draga trabajará de manera segura sin riesgo de tocar fondo. Las embarcaciones de apoyo tendrán entre 10 y 15 m de eslora.

Actividades de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos.

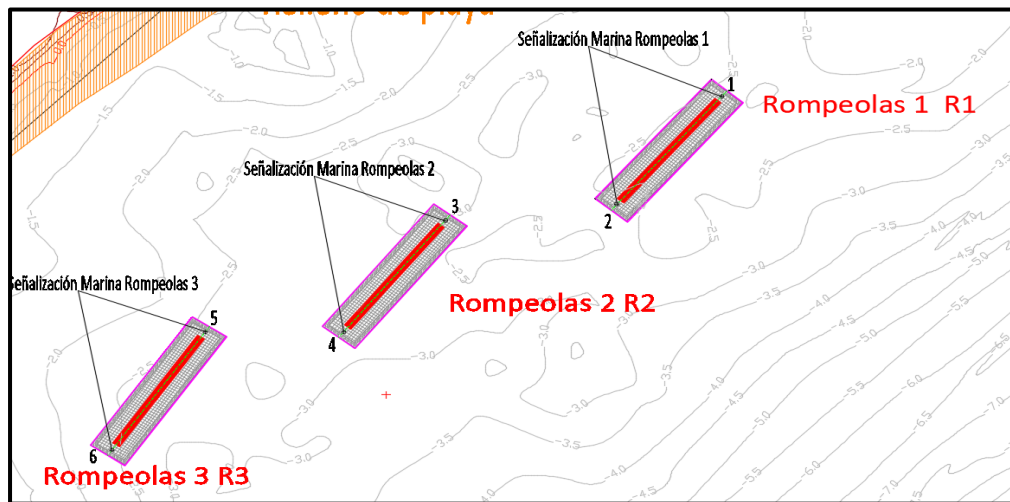
Como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación por un posible derrame de hidrocarburos en el sitio; cualquier servicio o reparación de la maquinaria de uso marino se realizará fuera del área de extracción de arena, de navegación o de anclaje y maniobras. Cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones deberán ser realizadas por el contratista fuera del área del Proyecto; estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en alguna marina de Playa del Carmen o Cozumel.

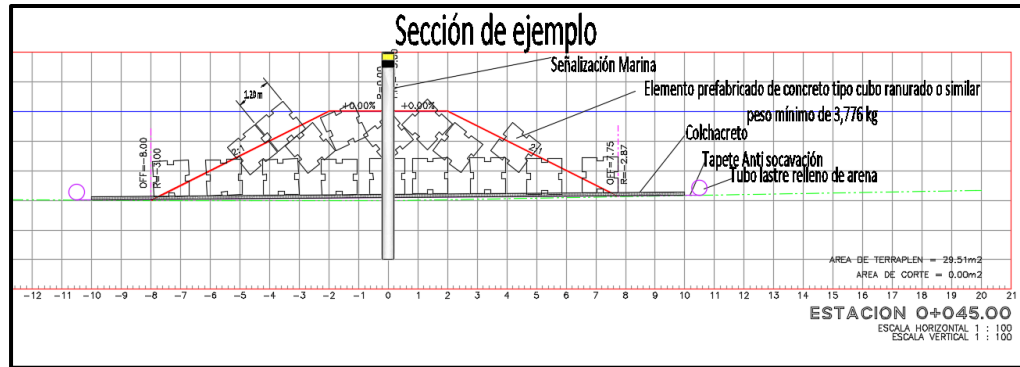
Construcción de obras de protección costera (rompeolas) separadas entre sí y señalización

Se proyecta construir tres obras de protección costera (rompeolas) paralelas a la línea costa, similar al crecimiento arrecifal que se da en el Caribe Mexicano, separadas entre sí para permitir el libre paso de los organismos y la continuidad de los procesos ambientales; estos estarán alineados con el flujo de la corriente, por lo que el movimiento de agua de un lado y del otro de los rompeolas será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua. Serán construidos con elementos prefabricados, con un acomodo aleatorio creando una porosidad que favorecer la provisión de hábitat.

Durante las tres etapas de desarrollo del Proyecto se requerirá de señales preventivas, restrictivas e informativas, tanto en el medio terrestre como en el marino, que ayuden a evitar accidentes y mantengan en buen estado las diferentes obras que lo conforman. En particular para las obras de protección costera (rompeolas) esta señalización se establecerá acorde con la normatividad vigente, ubicando señalización marina al inicio y al final de cada estructura (Figura 6. 5).

Figura 6. 5. Esquema de vista en planta (arriba) y esquema de sección de ejemplo (abajo) para la señalización marítima.





Limpeza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades

Al término de las actividades en las áreas de trabajo se llevarán a cabo labores de limpieza general, para asegurarse de retirar cualquier elemento contaminante que pudiera ser identificado. En el área marina se colectarán todas las cortinas antidispersión de las zonas de bombeo y se asegurará que ninguna sufrió un desgarro o rompimiento para evitar residuos plásticos en el fondo del mar. Todos los anclajes y boyas en la zona temporales también serán retirados de la zona. En el área terrestre se retirará la maquinaria pesada revisando que no hubiere fugas de hidrocarburos, en caso de ser así, se removerá por completo la zona arenosa afectada y a los residuos peligrosos generados se les dará disposición final de acuerdo a la legislación. En ambas áreas (marina y terrestre) todos los residuos sólidos urbanos serán removidos y ubicados en los contenedores previamente señalizados.

No afectación a las playas vecinas

El diseño final de protección costera pasó por un proceso exhaustivo de modelación sobre oleaje, corriente y sedimentos que evaluaron su funcionamiento hasta encontrar la configuración óptima de diseño. Esto permite asegurar la estabilidad de la playa y garantizar su funcionalidad y eficacia sin generar erosión en playas vecinas. De acuerdo a la modelación numérica, 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 rompeolas.

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 las protecciones construidas.

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

- Una cantidad considerable de arena será perdida.
- Los rompeolas no proveerán protección ya que quedarán completamente cubiertos debido a la sobre elevación 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 los rompeolas y se evaluará si es necesario reacomodar las piezas movidas o se fabricarán las piezas que hayan sido destruidas.

Por lo que respecta a la corriente no habrá cambios significativos ya que los rompeolas son paralelos a la costa y están alineados con el flujo de la corriente, el movimiento de agua de un lado de los rompeolas y del otro será suficiente para que haya un intercambio adecuado de agua y no se formen estancamientos (Anexo 4.2 y Anexo 4.4).

Ubicación y selección del banco de arena

La selección del banco de arena se fundamentó en los resultados de los estudios técnicos realizados (caracterización ambiental marina, hidrográficos, granulometría y sedimentos ver Capítulo 4 y respectivos anexos), considerando los siguientes criterios:

- a) Sustrato propicio, compatible con el sitio a recuperar.
- b) Capacidad del banco para soportar la extracción del volumen de arena requerido.
- c) Encontrarse en un ambiente marino que de acuerdo a la caracterización ambiental cuenta con una comunidad biótica prácticamente nula.
- d) Reducción del efecto acumulativo de impactos por la extracción de arena al considerar el aprovechamiento de un solo banco marino.

El banco marino considerado para la extracción de sedimentos es llamado MOX 1, éste se encuentra aproximadamente a 600 m al este y sureste del hotel Secrets Moxche, su superficie ha sido estimada en 149,038.04 m², los grosores de arena en él van de 1.60 m a 0.40 m y se estima que tiene un volumen aproximado de 71,250 m³ y profundidades que van de entre los 7 a 19 m. En este banco la biota marina es muy escasa, además de que es posible su rescate y reubicación.

Colocación de elementos promotores de arrecife y sembrado de corales

Estas acciones se consideran como medidas de compensación, debido a que los elementos promotores de arrecifes (hábitats artificiales) servirán de hábitat para algas, invertebrados, peces y otros organismos marinos que se encuentren alrededor de la zona; los orificios y huecos de los elementos permiten que la vida marina se desarrolle sobre y dentro de ellos, colaborando a crear un ambiente marino saludable y recuperando parte de la biota marina que pudiera perderse durante la etapa de construcción del Proyecto.

Figura 6. 6. Ejemplo de hábitats artificiales que serán usados para el Proyecto. Izquierda fractal, derecha aragocreto.



La instalación de un vivero de coral y el posterior sembrado de este material coralino sobre los elementos promotores de arrecife, aumentará la riqueza y densidad de biota marina en el sitio, no solo por el crecimiento puntual en el número de colonias, sino porque éstas brindarán nuevos nichos ecológicos que atraerán a otras especies. De esta manera se fomentará el desarrollo de un arrecife y el aumento de su biodiversidad. El material coralino a utilizarse en el vivero, así como el mantenimiento, monitoreo y posterior sembrado en los hábitats artificiales estará a cargo del Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera en Puerto Morelos del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura o de alguna asociación civil o institución académica especializada, lo cual se concretará a través de la firma de un convenio de colaboración.

El proyecto ejecutivo final para estas obras, en donde se describirán a detalle las acciones técnicas, como el número de estructuras y la ubicación exacta para cada una de ellas, se presentará para validación de la autoridad una vez que se realice la contratación del servicio con la empresa correspondiente.

Uso de un sistema para la succión de sedimentos, en las actividades de colocación de hábitats artificiales

Para evitar la generación de sedimentos al momento de realizar los barrenos para la instalación de las anclas que sujetarán las estructuras (hábitats artificiales) al sustrato marino, se utilizará un sistema antisedimentos, el cual succiona los sedimentos generados y los envía a un filtro de arena, evitando así la resuspensión de éstos en la columna de agua.

Uso de materiales no tóxicos, ni contaminantes para el medio marino

La construcción de las obras de protección costera (rompeolas), arrecifes disipadores y hábitats artificiales no involucra el uso de elementos o sustancias que dañen a la vida marina. Los elementos prefabricados para los rompeolas, así como las estructuras de los arrecifes disipadores, serán construidos de concreto el cual que no se disuelve, ni desprende materiales tóxicos. Los hábitats artificiales tipo fractal están fabricados con concreto marino impermeable de alta resistencia, en el caso de las estructuras de aragocreto, la roca base será fabricada de un sustrato natural elaborado con fuentes de carbonato de calcio 100% sustentable.

Forestación de la playa y duna con especies nativas

Para la forestación de la playa y duna se utilizarán únicamente especies nativas, pioneras y arbustivas, fijadoras de dunas, cuya supervivencia sea factible. Las especies se obtendrán de viveros autorizados. De esta forma se asegura que no existan especies que puedan disminuir el éxito de la reforestación.

6.4.3.2. Subprograma de Protección de Tortugas Marinas

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6. 11.

Tabla 6. 11. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Tortugas Marinas.

Subprograma de Protección de Tortugas Marinas						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación Y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
19. Protección de tortugas marinas		X	X			X
Factores e impactos sobre los que incide	Paisaje marino		Modificación del hábitat y disminución de la conectividad			
Indicadores de éxito:						
Registro fotográfico periódico de las condiciones de playa.						
En caso del registro de tortugas marinas para desove, se considerarán los siguientes indicadores:						
Número de hembras de tortuga marina anidadoras						
Número de nidos reubicados x 100/ núm. de nidos localizados						
Número de huevos por nido reubicado x 100/ núm. total de huevos puestos por la hembra.						
Número de crías liberadas por nido x 100/ núm. total de huevos en el nido.						

Es importante señalar que, si bien no se cuentan con registros de tortugas marinas en el Proyecto, basándonos en la información de la región, se tienen registros de la presencia de tortuga blanca o verde (*Chelonia mydas*), caguama (*Caretta caretta*) y tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), las cuales están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en peligro de extinción, considerando esta situación, además de considerar lo señalado en la NOM-162-SEMARNAT-2012 y lo establecido en la vinculación del Proyecto con ésta (Ver Capítulo 3), se proponen las siguientes acciones a fin de proteger a estas especies.

- a) Se evitará la iluminación directa sobre la playa.
- b) 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 de acuerdo a la NOM-162-SEMARNAT-2012.
- c) En caso de detectarse anidación de tortugas marinas en las áreas de trabajo, se contactará a un campamento tortuguero para que las actividades de protección de nidos *in situ* se lleven a cabo por personal capacitado y coordinado por el mismo.
- d) La arena de reemplazo será similar a la arena de playa original, a fin de mantener las condiciones de aptas para la posible anidación de tortugas marinas.
- e) Se realizará la limpieza general de la playa de manera mensual, para evitar la presencia de residuos que puedan modificar las características fisicoquímicas de la arena.
- f) Se restringirá el horario de trabajos en la zona marina en temporadas de anidación.
- g) Manejo y control de fauna nociva principalmente durante la temporada de tortuga marina.

6.4.3.3. Subprograma de Educación Ambiental

Las acciones que se implementarán como parte de este subprograma se presentan en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12. Medidas que serán aplicadas como parte del Subprograma de Educación Ambiental.

Subprograma de Educación Ambiental						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación Y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
20. Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno	X	X	X	X		
21. Realizar pláticas con los trabajadores para la difusión de las obligaciones ambientales, el cuidado de la flora y fauna y las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente	X	X		X		
22. Guía de buenas prácticas ambientales para realizar actividades recreativas			X	X		
Factores e impactos sobre los que incide	Agua marina		Contaminación			
	Aire		Contaminación por gases y polvos			
			Contaminación por ruido			
	Suelo		Contaminación			
Biota marina		Pérdida de individuos				
Indicadores de éxito:						
Material con el reglamento ambiental elaborado.						
Registro fotográfico del reglamento ambiental en áreas visibles a los trabajadores.						

Subprograma de Educación Ambiental						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación Y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
Registro fotográfico y mediante minuta con firma de asistencia, de las platicas de difusión de obligaciones ambientales, cuidado de flora y fauna y sanciones en caso de incurrir en afectaciones al medio ambiente. Registro de infracciones realizadas por los trabajadores al reglamento ambiental. Material con la guía de buenas prácticas ambientales elaborada. Registro fotográfico de la guía de buenas prácticas ambientales, para realizar actividades recreativas, en áreas visibles para los usuarios. Registro de pérdida de individuos por incidencias de turistas						

Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno

Será elaborado y difundirá entre los trabajadores un reglamento ambiental interno que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto, para prevenir el mal uso de os recursos naturales, el daño a la flora y fauna del área y prevenir posibles contingencias.

Realizar pláticas con los trabajadores para la difusión de las obligaciones ambientales, el cuidado de la flora y fauna y las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente

Con el fin de reforzar el cumplimiento del reglamento ambiental interno se realizarán pláticas con los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar, además de lo anterior se comunicarán las sanciones a las que serán acreedores en caso de incurrir en afectaciones al ambiente.

Guía de buenas prácticas ambientales para realizar actividades recreativas

Se elaborará una guía de bunas prácticas ambientales dirigida a los turistas que en su momento vayan a realizar actividades recreativas en los hábitats artificiales, con el objetivo de prevenir posibles afectaciones a la vida marina que colonice estas estructuras.

6.4.4. Programa de Monitoreo Ambiental

Dado que en la zona donde se implementará el Proyecto se desarrollan ecosistemas marinos y recursos naturales asociados sensibles a cambios o alteraciones de origen natural y antropogénico, se propone la realización de un Programa de Monitoreo Ambiental. Este programa considera que los recursos y ecosistemas críticos se evaluarán a través de indicadores de calidad ambiental asociados a la biota marina, dinámica costera y duna costera, considerando así evaluar la efectividad de las medidas propuestas para mitigar al máximo los impactos ambientales.

Los objetivos que persigue este programa son los siguientes:

- Vigilar la evolución de la calidad ambiental en el SAR del Proyecto.
- Evaluar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas en este SMGA.

- Identificar y evaluar impactos ambientales no previstos en esta manifestación de impacto ambiental, para las diferentes etapas de implementación del Proyecto.
- Proporcionar al equipo de supervisión ambiental y al promovente, elementos e información técnica que les permitan, si es el caso: reorientar, definir intensidades de uso o proponer nuevas medidas de mitigación o medidas correctivas que atenúen el deterioro ambiental que pudiera presentarse en la zona del Proyecto.

Para poder alcanzar los objetivos planteados el Programa debe iniciarse antes de que comience la etapa de preparación del Proyecto y continuarse durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento.

Las acciones que se implementarán como parte de este programa se presentan en la Tabla 6. 13.

Tabla 6. 13. Medidas que serán aplicadas como parte del Programa de Monitoreo Ambiental.

Programa de Monitoreo Ambiental						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Monitoreo de biota marina			X		X	
2. Monitoreo de la dinámica costera						
3. Monitoreo de la duna costera						
Factores e impactos sobre los que incide	Biota marina		Pérdida de individuos			
Indicadores de éxito:						
Abundancia, riqueza y condición de ambientes y organismos contra línea cero de acuerdo a monitoreo realizado cada 6 meses en etapa de construcción y anual durante la etapa de mantenimiento.						
Abundancia, riqueza y condición de organismos en hábitats artificiales de acuerdo a monitoreo realizado de manera trimestral durante el primer año y semestral durante el segundo.						
Comportamiento de la dinámica costera contra línea cero de acuerdo a monitoreo de la dinámica costera realizado de manera trimestral durante un año.						
Diversidad y cobertura de especies de duna costera contra forestación de manera semestral durante un año. posterior a la forestación de playa y posteriormente en la duna, en caso de su conformación.						

Monitoreo de biota marina

Considerando que el ecosistema marino es un ambiente sensible a cambios en la calidad del agua y la práctica de actividades, se propone el monitoreo del SAR en su zona marina, por medio de un paquete básico de 5 parámetros ecológicos (Tabla 6. 14).

Tabla 6. 14. Indicadores ambientales para el monitoreo ecológico del Sistema Arrecifal del Proyecto.

Parámetro	Corales	Ictiofauna	Algas	Erizo diadema
No. de especies	X	X		
Abundancia	Cobertura de coral vivo (%)	Densidad (ind/m ²)	Cobertura algal (%)	Densidad (ind/m ²)
Diversidad (H') y Equitabilidad (J')	X	X	X	
Estructura de tallas	X	X		
Condición del organismo	% mortalidad, enfermedades, blanqueamiento			
Grupos funcionales	Proporción algas/coral	Abundancia de especies de herbívoros	Abundancia de algas carnosas	

Estrategia de muestreos:

La periodicidad del monitoreo se recomienda de manera idónea cada 6 meses durante la ejecución de las obras que se lleven a cabo para desarrollar el Proyecto; y posteriormente un programa de monitoreo anual durante la etapa de mantenimiento del Proyecto.

Los sitios para el establecimiento de las estaciones de monitoreo se elegirán con base en la caracterización ambiental del ambiente marino (ver Capítulo 4). Algunos se localizarán sobre áreas que no impactará el Proyecto; sin embargo, también se incluirán las zonas aledañas a los rompeolas, de tal forma que se cuente con un registro del crecimiento y supervivencia de las colonias originales, así como de la colonización de los elementos que formarán los rompeolas por parte de diferentes taxa de biota marina.

También se llevará a cabo monitoreo del vivero de coral una vez instalado y para las estructuras promotoras de arrecife (hábitats artificiales), una vez se haga el sembrado del material coralino en ellas. El monitoreo evaluará la sobrevivencia, salud y crecimiento coralino. Para el vivero de coral se propone una visita mensual, estas visitas se llevarán a cabo hasta que los corales alcancen una talla óptima para su trasplante. Durante estas visitas de verificación se realizarán actividades de mantenimiento que consistirán en la limpieza de las estructuras, la eliminación de organismos incrustantes y depredadores de coral, estabilización de los corales, reparación o reemplazo de las estructuras dañadas y eliminación o asilamiento de corales con signos de enfermedad. Para los hábitats artificiales se propone una visita trimestral durante un año. A partir del segundo año se realizará una visita semestral durante un año más. Durante los monitoreos se tomará fotografías y video para registrar la evolución del desarrollo coralino.

Monitoreo de la dinámica costera

El monitoreo de la dinámica costera, permitirá identificar el comportamiento de la misma, y evaluar la eficacia de los arrecifes artificiales, como medida de mitigación para frenar el proceso erosivo que sufre, y de ser el caso, identificar a tiempo cualquier alteración en la playa que no haya sido contemplada en los modelos anteriormente realizados con la finalidad de establecer acciones correctivas. De igual manera, los resultados de este monitoreo permitirán determinar la pertinencia de la puesta en marcha de la Fase II considerada para el Proyecto. Este monitoreo se basará en la medición topobatómetrica, así como de los parámetros de corrientes, oleaje y viento, y se llevará a cabo por un periodo de un año.

Los levantamientos topobatimétricos se realizarán de manera semestral 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. El levantamiento de la línea de costa se realizará cada 3 meses, para analizar el movimiento de la arena y conocer el comportamiento de la playa.

Monitoreo de la duna costera

Entre las medidas de mitigación consideradas se encuentran la forestación de la playa y de la duna que será conformada como parte del Proyecto. El proceso de forestación será realizado con especies nativas, propias de la duna costera, provenientes de un vivero autorizado. Una vez terminadas las labores de trasplante durante los primeros tres meses se llevarán a cabo revisiones constantes del estado de las plantas y en caso necesario se repondrán los ejemplares muertos o muy dañados con otros de la misma especie. El monitoreo general se realizará de manera semestral durante un año posterior a la forestación de la playa y posteriormente en la duna, en caso de su conformación.

6.4.5. Programa de Prevención y Atención a Contingencias

El proceso de construcción y mantenimiento del Proyecto considera que eventualmente pudieran presentarse situaciones que pongan en riesgo al personal, usuarios o visitantes, así como a los ecosistemas. El promovente también considera los riesgos que pueden ser generados por los fenómenos naturales comunes en la región, como los huracanes y Nortes. Por lo anterior, la promovente considera la implementación de un Programa Prevención y Atención a Contingencias Ambientales con el objetivo de implementar acciones de prevención y atención a contingencias que reduzcan los riesgos de daño a recursos naturales y humanos.

Las acciones que se implementarán como parte de este programa se presentan en la Tabla 6. 15.

Tabla 6. 15. Medidas que serán aplicadas como parte del Programa de Prevención y Atención a Contingencias.

Programa de Prevención y Atención a Contingencias						
Medidas	Etapas de implementación			Tipo de medida		
	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Prevención	Mitigación	Compensación
1. Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	X	X	X	X		
2. Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	X	X	X	X		
3. Contar con flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos	X	X	X	X		
4. Contar con un protocolo de acción en caso de derrame de combustible	X	X	X	X		
5. Contar con un plan de acción en caso de fuga de sedimentos	X	X	X	X		
6. Realización de las actividades bajo condiciones climáticas óptimas		X	X	X		
7. Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	X	X	X	X		
8. Selección de ruta segura para la navegación de la draga		X				
Factores e impactos sobre los que incide	Agua marina		Contaminación			
			Aumento de turbidez			
	Biota marina		Pérdida de individuos			
	Suelo		Contaminación			
Indicadores de éxito:						
Documento con el protocolo de acciones en caso de derrame de combustibles.						
Documento con el plan de acción en caso de fuga de sedimentos.						
Registro fotográfico del área designada para resguardo y del material y equipo adecuado para la atención de contingencias ambientales,						
Registro fotográfico de un equipo para la contención de derrames de hidrocarburos por cada embarcación						
Certificado de personal capacitado en manejo de contingencias ambientales y accidentes						

Contar con material adecuado y suficiente, así como personal capacitado para el manejo de contingencias

Se designará un área dentro de la zona de maniobras, para resguardar el material y equipo adecuado y suficiente para la atención de contingencias ambientales tales como salchichas, colchonetas o polvos absorbentes para uso en caso de derrames; palas, extintores y equipo de protección para su uso en caso de incendios; etc.

Durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto se deberá contar con personal capacitado en el manejo de contingencias ambientales y accidentes, tales como derrames de sustancias peligrosas, encallamientos, fallas en los motores, entre otras. Asimismo, ese deberá contar con personal capacitado en primeros auxilios.

Flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos en el mar

Para el caso de la atención a derrames de hidrocarburos todas las embarcaciones que participen en cualquier actividad del Proyecto, incluyendo a la draga, los remolcadores, los chalanes y las embarcaciones de apoyo, contarán con equipo y material necesario para su atención, tales como flotadores absorbentes de hidrocarburos. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 pulgadas x 10 pies que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario, se empacan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones.

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 deberán mantenerse a bordo de la embarcación para ser dispuestos en un sitio autorizado de forma adecuada (Figura 6. 7).

Figura 6. 7. Ejemplo de flotador absorbente.



Protocolo de acción en caso de derrame de combustible y plan de acción en caso de fuga de sedimentos

El Proyecto cuenta con un protocolo de acción en caso de derrame de combustible, el cual incluye el procedimiento a seguir para disminuir los riesgos de afectar el medio ambiente. Si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir será 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.

Las tuberías flexibles de polipropileno, las mangueras, uniones y conexiones usadas durante la extracción y bombeo hacia la costa de la arena, son de uso rudo y fueron diseñadas para el manejo de este tipo de mezclas abrasivas de agua y arena a presión, también 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 1) detener la bomba, 2) cambiar la manguera o tubo en el sitio y 3) reanudar el bombeo.

Los trabajos de colocación elementos prefabricados para la construcción de las estructuras de protección costera (rompeolas), solo se deberán realizar con oleaje menor a 0.3 m, para las maniobras de navegación hasta 0.45 m. 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, 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 obedecerán los boletines meteorológicos emitidos por la Capitanía de Puerto local.

Realización de las actividades bajo condiciones climáticas óptimas

En caso de pronosticarse oleaje alto del sureste, cerrarse el puerto a la navegación o de la amenaza de una tormenta extraordinaria, las embarcaciones de apoyo serán llevadas a Playa del Carmen, Puerto Morelos, Cozumel u otro puerto de abrigo para resguardarse, y permanecerán ahí hasta que las condiciones mejoren.

El trabajo de extracción de sedimentos en el banco marino se deberá realizar sólo en condiciones ideales en que el mar este en calma (oleaje máximo de 1.5 ft 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, 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.

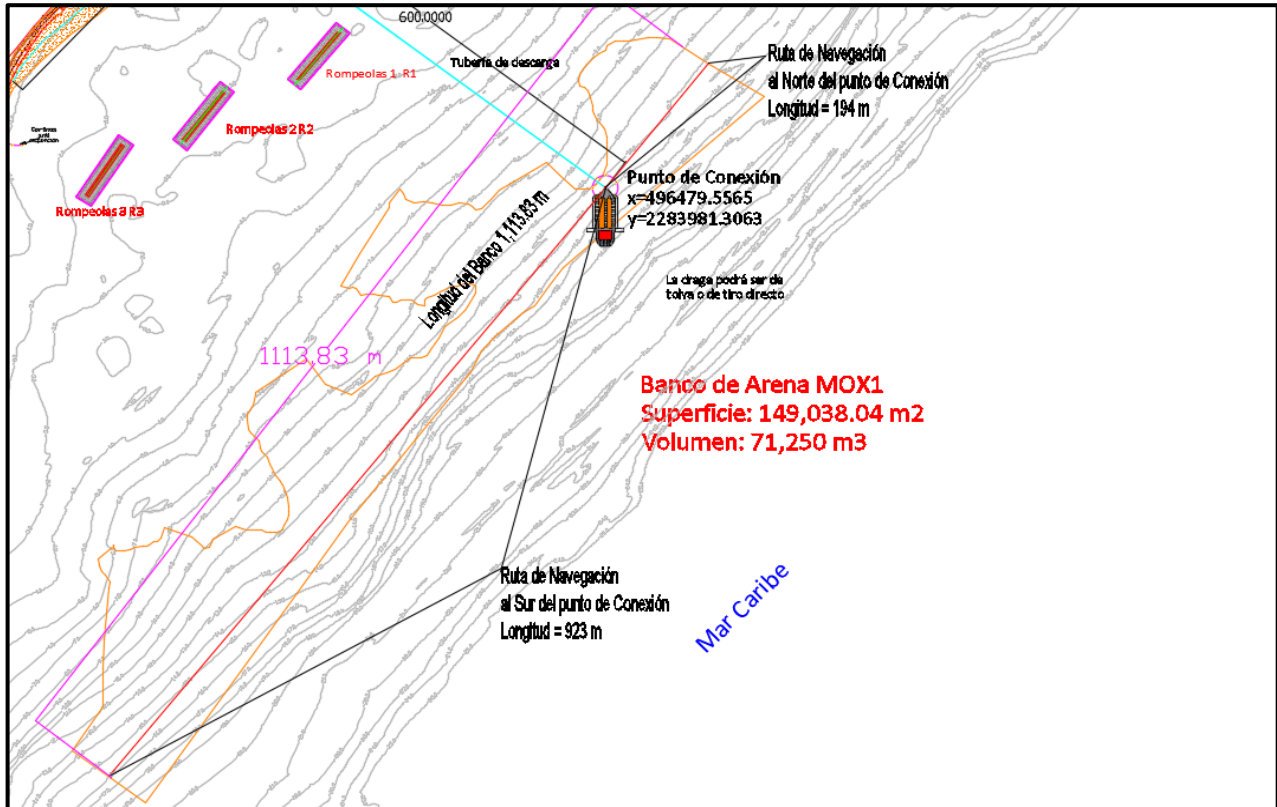
Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo

Durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto se deberán mantener vigilados los diferentes sistemas de monitoreo que presentan pronósticos de viento y oleaje día a día, tales como www.buoyweather.com, www.noaa.com, www.wunderground.com, entre otros.

Selección de ruta segura para la navegación de la draga

Con base en criterios técnicos y ambientales se analizaron varias rutas posibles para la navegación de la draga durante las maniobras de transporte de arena. La ruta elegida fue la más segura y permite el empleo de equipos de mayor calado y capacidad, disminuyendo el número de viajes y por lo tanto el riesgo de daños al ecosistema (Figura 6. 8).

Figura 6. 8. Localización del banco de arena en el polígono color naranja y la ruta de navegación al norte y sur del banco en color rojo.



6.5. Evaluación de la Efectividad de las Acciones del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental

El SMGA del Proyecto debe evaluar periódicamente la efectividad y pertinencia de las acciones que constituyen cada uno de sus Programas y adaptarlas, en caso necesario, a los contextos ambientales, legales, económicos o sociales del entorno.

- a. Ajustes de Proyecto y procedimientos: Cuando se detecten acciones del SMGA que antagonicen con otras o las obstaculicen, o que no sean eficaces ni oportunas, se procederá a evaluar si pueden ajustarse para mejorar su desempeño, sustituirse por otras más adecuadas o eliminarse. La detección de dichas acciones se llevará a cabo a través de la supervisión ambiental. Esto implicará el trabajo conjunto y permanente con el personal encargado del diseño del Proyecto, desde la concepción de las ideas básicas para el desarrollo del mismo, hasta su operación. Por medio de la supervisión ambiental se creará un mecanismo de solicitud de cambios a las instancias pertinentes, que permita integrar los ajustes necesarios para lograr el menor impacto ambiental del Proyecto.

- b. Sistema de base de datos: Consistirá en un sistema central que registrará la organización, clasificación y administración de toda la información generada para cada uno de los Programas contenidos en el SMGA. Con esta información se podrá coordinar eficientemente el resto de las acciones del SMGA en las diferentes etapas del Proyecto, así como generar un banco de datos disponible para diversos fines en pro del desarrollo sustentable.
- c. Implementación de convenios de colaboración: Se definirán e implementarán convenios de colaboración entre el Proyecto e instancias académicas, organismos no gubernamentales y autoridades ambientales de todos los niveles de gobierno, para generar proyectos conjuntos de manejo y desarrollo sostenible.

6.6. Resumen de las Acciones que Conforman el Sistema de Manejo y Gestión

Ambiental

El SMGA está conformado por 5 programas y 6 subprogramas que en conjunto engloban 45 acciones que inciden directa o indirectamente sobre uno o varios de los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5 de esta manifestación de impacto ambiental, los cuales podrán ser generados por el desarrollo del Proyecto. La etapa que implementará el mayor número de medidas corresponde a la construcción (36 medidas), la etapa de preparación y operación y mantenimiento implementarán 27 medidas.

A continuación, se presenta la Tabla 6. 16 que resume las medidas contenidas en cada uno de los programas del SMGA, con excepción del de Supervisión Ambiental, el cual tiene por objeto verificar la aplicación adecuada de todas y cada una de las acciones contenidas en el resto de los programas.

Tabla 6. 16. Resumen de las acciones contenidas en el SMGA del proyecto. P: preparación; C: construcción; OyM: operación y mantenimiento. MIR: Manejo Integral de Residuos, MIRS: Manejo Integral de Residuos Sólidos, MIRL: Manejo Integral de Residuos Líquidos, MIRSP: Manejo Integral de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, CME: Conservación y Manejo de Ecosistemas, CHE: Conservación de Hábitat y Especies, PTM: Protección de Tortugas Marinas, EA: Educación Ambiental, MA: Monitoreo Ambiental y PAC: Prevención y Atención a Contingencias.

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Etapa			
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	P	C	OyM	
MIR	MIRS	1	Colocar señalizaciones que indiquen los procedimientos y áreas adecuados para la separación y disposición de los residuos generados		p				p					X	X	X	
		2	Colocar contenedores apropiados para cada tipo de residuo sólido, en diversas áreas del proyecto cercanas a los frentes de trabajo y en embarcaciones		p				p						X	X	X
		3	Disposición temporal de los residuos sólidos generados en contenedores adecuados según su tipo		p					p					X	X	X
		4	Separación de residuos sólidos		p				p						X	X	X
		5	Uso de instalaciones de servicios del hotel		m				m						X	X	X
		6	Realizar pláticas con los trabajadores para comunicar el manejo adecuado de los residuos generados		p					p					X	X	
		7	Transporte y disposición final de residuos sólidos por empresas acreditadas por la Secretaria de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) de Quintana Roo.							p					X	X	X
	MIRL	8	Colocación de sanitarios portátiles en áreas accesibles y cercanas a los frentes de trabajo a razón de 1 por cada 10 trabajadores		p				p					X	X		

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Etapa				
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	P	C	OyM		
MIRP		9	Colocación de lavabos y contenedores de líquidos en áreas cercanas a los sanitarios portátiles, con sistemas de captación de aguas jabonosas		p				p					X	X			
		10	Contratación de una empresa certificada para el mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos de los baños portátiles		p				p						X	X		
		11	Establecimiento de lineamientos claros para la disposición temporal de los residuos peligrosos y de manejo especial		p				p			p			X	X	X	
		12	Confinamiento temporal en el almacén del hotel destinado para los residuos peligrosos y de manejo especial		p				p						X	X	X	
CME	CHE	1	Rescate y reubicación de biota marina								p			X	X			
		2	Construcción de elementos prefabricados, arrecifes disipadores y hábitats artificiales fuera del área del Proyecto		m	m	m	m							X			
		3	Colocación de cortinas antidispersión de sedimentos durante las actividades de construcción o instalación de estructuras en la zona marina, extracción de sedimentos, vertido de arena y conformación de duna	p								p					X	
		4	Uso de materiales inertes para elaborar los elementos prefabricados		p							p				X		
		5	Uso de maquinaria y equipo en óptimas condiciones		p	p	p	p								X	X	X
		6	No mantener vehículos, maquinaria o equipo encendido innecesariamente				p	p								X	X	X

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Etapa		
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	P	C	OyM
		7	Uso de embarcaciones adecuadas a la profundidad, tipo de fondo y condiciones del mar								p			X	X	X
		8	Actividades de mantenimiento y resguardo de embarcaciones restringidas a muelles adecuados cercanos		p	p	p	p			p			X	X	X
		9	Construcción de obras de protección costera (rompeolas) separadas entre si									m			X	
		10	Señalización								p			X	X	X
		11	Limpieza de la zona de trabajo posterior a la realización de las actividades		p			p			p				X	
		12	No afectación a las playas vecinas												X	
		13	Ubicación y selección del banco de arena								p		p	X		
		14	Colocación de elementos promotores de arrecife								c	c			X	
		15	Uso de un sistema para la succión de sedimentos, en las actividades de colocación de hábitats artificiales	p							p				X	
		16	Uso de materiales no tóxicos, ni contaminantes para el medio marino		p						p				X	
		17	Sembrado de corales sobre elementos promotores de arrecife								c	c			X	
		18	Forestación de la playa y duna con especies nativas						c						X	X
	PTM	19	Protección de tortuga marina									c			X	X
	EA	20	Elaboración y difusión de un reglamento ambiental interno		p	p	p	p			p			X	X	X

Programa	Subprograma	No.	Factor	Agua marina		Aire		Suelo		Sustrato marino	Biota marina	Paisaje marino	Arenal somero, arenal profundo, laja con algas, laja con gorgonáceos	Etapa		
			Medida	Aumento de turbidez	Contaminación	Contaminación por gases y polvos	Contaminación por ruido	Contaminación	Compactación	Modificación del fondo marino	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat y disminución de la conectividad	Disminución de volumen y área	P	C	OyM
		21	Realizar pláticas con los trabajadores para la difusión de las obligaciones ambientales, el cuidado de la flora y fauna y las sanciones en caso de incurrir en afectaciones al ambiente.		p	p	p				p			X	X	
		22	Guía de buenas prácticas ambientales para realizar actividades recreativas		p						p					X
MA		1	Monitoreo de biota marina		m						m					X
		2	Monitoreo de la dinámica costera													X
		3	Monitoreo de duna costera													X
PAC		1	Contar con material adecuado y suficiente para el manejo de contingencias	p	p			p			p			X	X	X
		2	Contar con personal capacitado en el manejo de contingencias	p	p			p			p			X	X	X
		3	Contar con flotadores absorbentes para la contención de derrames de hidrocarburos		p						p			X	X	X
		4	Contar con un protocolo de acción en caso de derrame de combustible		p			p			p			X	X	X
		5	Contar con un plan de acción en caso de fuga de sedimentos	p							p			X	X	X
		6	Realización de las actividades bajo condiciones climáticas óptimas	p	p						p				X	X
		7	Seguimiento permanente de condiciones meteorológicas y pronósticos del tiempo	p	p						p			X	X	X
		8	Selección de ruta segura para la navegación de la draga								p				X	

6.7. Conclusión

A lo largo del presente capítulo se ha mostrado como el Proyecto a través de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental establece medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar su desarrollo, pues atiende a los impactos identificados para el Proyecto en el Capítulo 5 de esta manifestación de impacto ambiental.

De este modo es posible afirmar que el Proyecto cumple con lo establecido en el Artículo 30 de la LGEEPA referente al contenido que debe de tener una Manifestación de Impacto Ambiental. Aunado a la observancia de dicho artículo, el diseño y futura implementación del SMGA, en caso de resultar autorizado el Proyecto, representa un compromiso de garantía para la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales esperados con la construcción y operación del Proyecto, otorgándole la viabilidad ambiental necesaria en cada una de las etapas de su implementación.

Con las medidas propuestas en el presente capítulo, queda de manifiesto que el Proyecto se apega a la legislación ambiental vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, además de que demuestra que es ambiental y legalmente viable.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	2
7.1. Introducción.....	2
7.2. Antecedentes Legales.....	3
7.3. Análisis Retrospectivo.....	4
7.4. Escenario Actual	7
7.4.1. Medio Terrestre	7
7.4.2. Medio marino.....	7
7.4.2.1. Banco Marino	10
7.4.3. Socioeconomía.....	11
7.5. Evaluación de Alternativas.....	12
7.6. Impactos.....	16
7.7. Pronósticos del Escenario del Proyecto	17
7.7.1. Escenario Modificado sin Proyecto.....	17
7.7.2. Escenario Modificado con Proyecto.....	23
7.7.2.1. Proyección Considerando los Efectos del Cambio Climático para el 2050 y 2100	30
7.7.3. Escenario Modificado con Proyecto sin Medidas de Mitigación	32
7.7.4. Escenario Modificado con Proyecto con Medidas de Mitigación	33
7.8. Programa de Supervisión Ambiental	38
7.8.1. Programa de Monitoreo Ambiental	39
7.9. Conclusiones.....	40

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1. Introducción

La fracción VII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los impactos ambientales que se pudieran generar (Capítulo 5), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo 6).

Con base en lo anterior, en este capítulo se presenta el pronóstico ambiental de lo que resultará la implementación del Proyecto en el SAR (definido en el Capítulo 4) en el que se verá reflejado el efecto de las obras y actividades a desarrollar y como las medidas de mitigación y compensación actuarán sobre los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5. A lo largo de este capítulo se presenta:

- a. Un análisis retrospectivo del escenario ambiental del sitio.
- b. Descripción del escenario ambiental actual del sitio sin Proyecto, que retoma el diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4.
- c. Descripción del Proyecto con los impactos ambientales que éste generará.
- d. Pronóstico del escenario ambiental con la implementación del Proyecto.
- e. Evaluación de alternativas
- f. Programa de Supervisión Ambiental que retoma lo establecido en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.

Como se menciona y desarrolla a lo largo del presente manifiesto, la empresa promovente consideró para la implementación del Proyecto, un delicado proceso de planificación ambiental que direccionó el diseño del Proyecto hacia un esquema de viabilidad ambiental, sustentado con el trabajo y recomendaciones de especialistas. De este modo es posible afirmar que la propuesta del Proyecto es ecológicamente viable pues es congruente con:

- La conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos naturales en el Proyecto y la región.
- El cumplimiento de todos los instrumentos legales y normativos aplicables.
- La generación de un proyecto ambiental, legal y arquitectónicamente sustentable.
- La integración del Proyecto al paisaje y el medio ambiente.
- La generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región.

- El impulso de la economía regional y nacional a partir de la promoción turística para la captación de divisas y generación de empleos.

Es importante mencionar que si bien los análisis que se presentan en este capítulo se fundamentan en las herramientas e instrumentos jurídicos, de planeación y ordenamiento del territorio que aplican a la zona; así como también en los diversos estudios realizados y plasmados en la presente manifestación de impacto ambiental, cabe señalar que, estos escenarios son cambiantes a lo largo del tiempo, por lo que podría esperarse ciertas modificaciones de los pronósticos presentados en este capítulo, es decir, dada la volatilidad de las políticas públicas y de los instrumentos de ordenación y planeación de desarrollo, cualquier expectativa fundamentada en la factibilidad de desarrollo sustentable puede ser modificada conforme los intereses de las poblaciones o administraciones.

De manera general y con base en los análisis realizados, es posible afirmar que la implementación del Proyecto en el marco del SAR, no compromete la existencia, estructura y función de los ecosistemas y recursos naturales involucrados, debido que se ubica fuera de ecosistemas críticos y ha sido diseñado mediante el análisis de procesos ambientales relacionados con los procesos constructivos y de diseño; aunado a lo anterior, se ha propuesto un sistema de manejo y gestión ambiental que permite dar el seguimiento adecuado.

7.2. Antecedentes Legales

El 24 de julio de 2013, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, a través de la Delegación Federal de Quintana Roo, autorizó en materia de impacto ambiental el desarrollo del proyecto Moxche Club & Resorts, mediante oficio número 04/SGA/0900/13 (Anexo 3.1).

El 10 de agosto de 2009, la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, otorgo a [REDACTED]

[REDACTED], la concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre, a través del oficio número DGZF-887/09 (Anexo 3.2), con el uso de protección, permitiéndole realizar los actos materiales y/o jurídicos necesarios para mantener la superficie concesionada en el estado natural en que se encontraba al momento de concesionarse.

De esta forma, se manifiesta que el incremento en la infraestructura en las zonas costeras del estado de Quintana Roo, ha generado de igual forma el aumento gradual de los procesos y fenómenos físicos de las playas que han provocado una serie de modificaciones en la línea de costa que pueden llegar a considerarse como adversas tanto en términos ambientales como sociales y económicos, siendo este el caso del área donde se realizarán las acciones de protección y restauración de ambientes costeros en el municipio de Solidaridad.

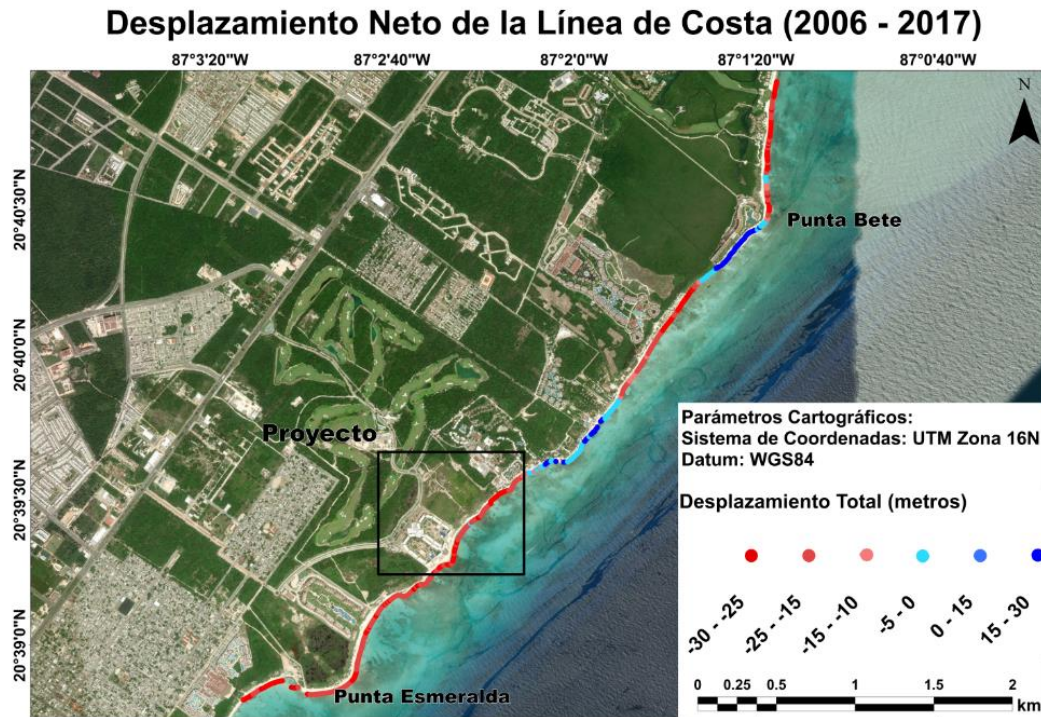
Es en virtud de esta situación, la Promovente se ha visto en la necesidad de desarrollar acciones de mayor alcance para enfrentar y disminuir los fenómenos erosivos y de pérdida de playa y desplazamiento de línea de costa que afectan su propiedad y, en consecuencia, vienen afectando el atractivo turístico del Sistema Ambiental Regional (SAR), con todas las negativas implicaciones que ello conlleva desde la perspectiva, ambiental, así como las afectaciones económicas, sociales y de seguridad y protección civil de los huéspedes y empleados del Proyecto, toda vez que de continuar la tendencia degradativa de la zona en cuestión, en unión de fenómenos climatológicos más pronunciados, se estarán presentando condiciones no sólo latentes o potenciales, sino reales e inminentes de peligro de pérdidas del patrimonio ambiental de la región, de la infraestructura turística del Proyecto, así como de los pasivos laborales por pérdida de empleos directos e indirectos que pueden generarse del acrecentamiento de los fenómenos antes descritos, así como la afectación directa a la seguridad e integridad física de las personas que visitan y trabajan en el desarrollo turístico en comento.

Por lo anterior, el presente proyecto de Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche (el Proyecto), que se plantea mediante la presente manifestación de impacto ambiental, supone una medida responsable y efectiva por parte del Proyecto para atender de forma contundente y resolutive la problemática de erosión, pérdida de zona de playas y dunas, y el desplazamiento de línea de costa que le aqueja no sólo al desarrollo turístico sino al SAR y que en conjunto con esfuerzos de otros desarrolladores, pueden detener y revertir en buena medida la tendencia negativa que se ha venido presentado en la región en los últimos años, tal y como se ha identificado y cuantificado en el Capítulo 2 de esta manifestación de impacto ambiental.

7.3. Análisis Retrospectivo

Este apartado se sustenta en el análisis de dinámica litoral de imágenes satelitales realizado por los especialistas y que puede ser consultado con mayor detalle en el Capítulo 4 y los respectivos anexos que acompañan a esta manifestación de impacto ambiental. El periodo analizado comprendió de 2006 a 2017 y en él se puede apreciar que existe un retroceso de la línea de costa en gran parte de la extensión que ocupa el SAR, principalmente en la mitad sur del litoral, incluida la región del hotel Secrets Moxche (Figura 7. 1). Destaca en el análisis el periodo comprendido entre 2011 – 2012, por un considerable retroceso en la línea de costa en la zona sur y norte (Figura 7. 2).

Figura 7. 1. Cambio de posición de la línea de costa en el periodo 2006- 2017, para la región que abarca el sistema ambiental regional del Proyecto (celda litoral de Punta Bete a Punta Esmeralda) (en azul, ganancia de playa; en rojo, pérdida de playa).



Desplazamiento Neto de la Línea de Costa (2006 - 2009)



Desplazamiento Neto de la Línea de Costa (2009 - 2011)



Desplazamiento Neto de la Línea de Costa (2011 - 2012)



Desplazamiento Neto de la Línea de Costa (2012 - 2014)



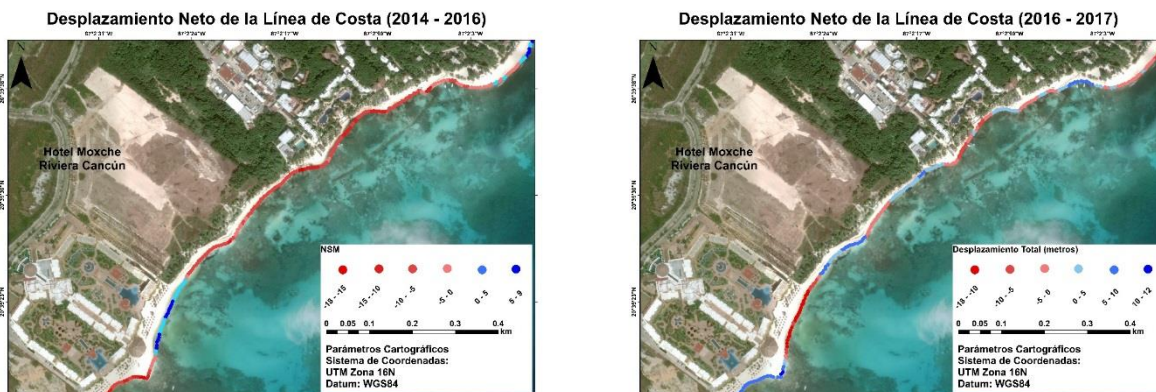
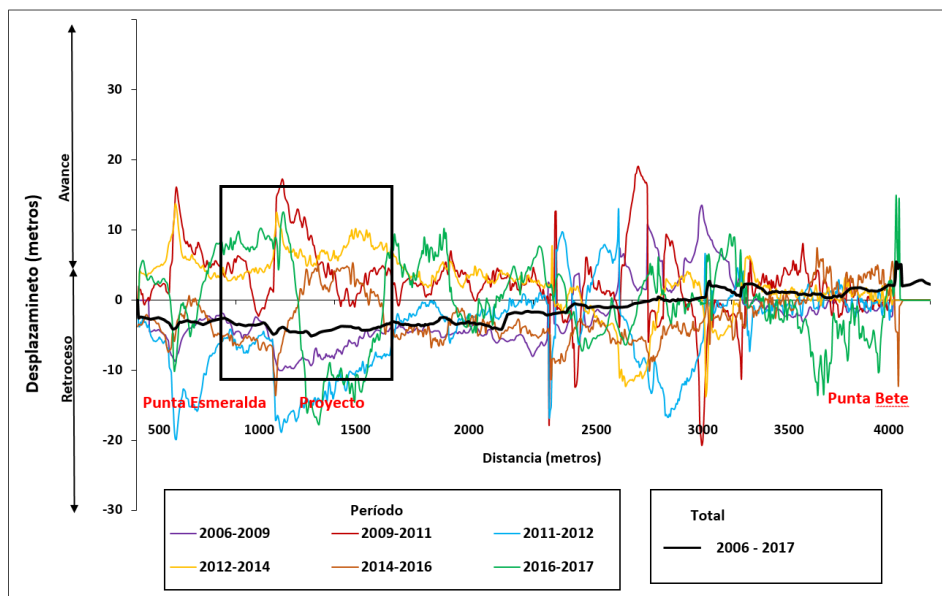
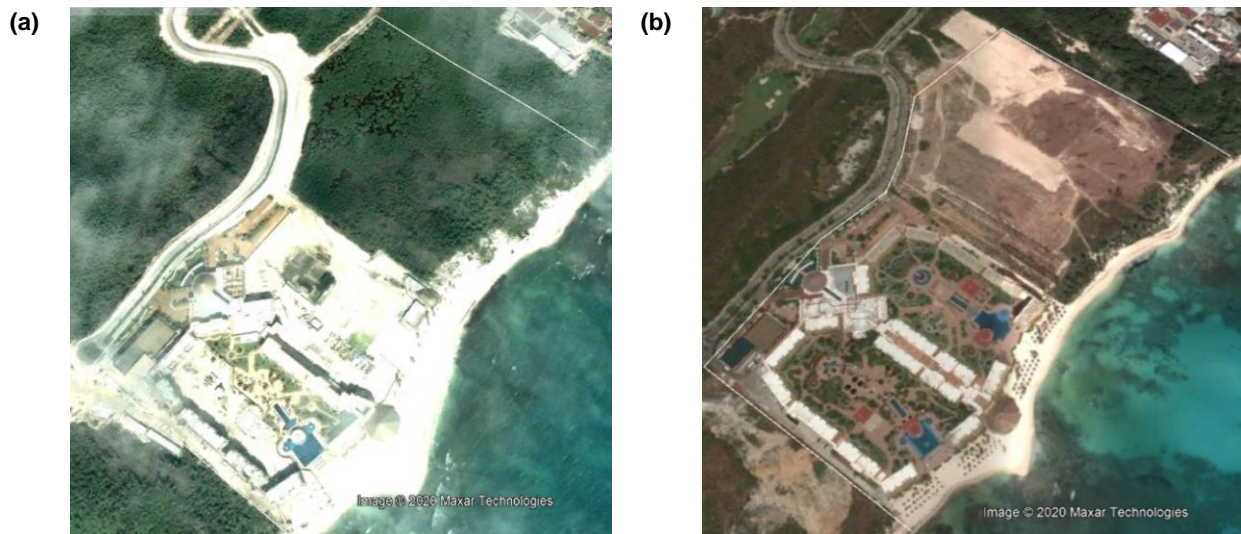


Figura 7. 2. Cambio de posición de la línea de costa en periodos 2006-2009, 2009-2011, 2011-2012, 2012-2014, 2014-2016, 2016-2017 y total, de 2006 a 2017, para transectos distribuidos a lo largo de la costa desde Punta Bete a Punta Esmeralda.



En particular, la playa de la zona de Proyecto también ha mostrado una considerable variabilidad, con avance y retroceso máximos de línea de costa de hasta 20 m. Se puede identificar en el periodo total analizado, de 2006 a 2017, un retroceso medio de la línea de costa en torno a 5 m en el tramo que ocupa el litoral del hotel Secrets Moxche. Este cambio es también notablemente apreciable en las imágenes satelitales presentadas en la Figura 7. 3.

Figura 7. 3. Imágenes satelitales que muestran el estado de la playa frente al hotel Secrets Dreams: (a) 2006; (b) 2017.



7.4. Escenario Actual

7.4.1. Medio Terrestre

La porción terrestre del SAR corresponde a ambiente de playa en la franja costera, en la que no se registra vegetación y tal y como se explicó en el apartado 7.3 Análisis Retrospectivo la línea de costa actualmente se encuentra retrocedida significativamente, por lo que presenta tendencia a la erosión permanente y una disminución en la superficie de playa.

7.4.2. Medio marino

En términos generales el ambiente marino del SAR que se determinó para el Proyecto presenta un ecosistema de arrecife poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la comunidad biótica. Dada esta situación, esta parte del arrecife resulta atípica para el resto del estado de Quintana Roo, y para el Caribe en general, ya que no presenta el patrón de zonación arrecifal típico descrito para la región (Gutiérrez et al. 1995, Padilla et al., 1994). La principal diferencia que se aprecia es la ausencia de una Cresta Arrecifal, representada por la cordillera somera de sustrato formado por esqueletos de coral, principalmente de la especie ramificada *Acropora palmata*, por lo que tampoco se forma una zona de Laguna arrecifal en donde persisten las praderas de pasto marino en grandes extensiones. En cambio, existe una extensión muy amplia representada por ambientes de arenal, siendo sitios poco propicios para el desarrollo de los corales.

En un ecosistema de arrecife, el elemento biótico con mayor relevancia ecológica es la comunidad de corales escleractinios, sin embargo, dentro del SAR, este grupo taxonómico está muy pobremente representado. La presencia de estos corales como principal elemento biótico por su papel como constructor arrecifal es en términos generales baja. El hecho de que la estructura comunitaria de los corales escleractinios es muy pobre, aplica no solo por la escasa cobertura de tejido vivo y bajo número de especies que presenta, sino también por la composición de especies, ya que es notoria la marcada dominancia de la especie *Porites astreoides*, seguida de la especie *Siderastrea siderea*. Y es que hay que hacer notar que 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. Es importante señalar que también se detectó la presencia de la nueva afección que está causando la muerte de los corales, y que se manifiesta por el desprendimiento de tejido que deja al descubierto el esqueleto del coral.

Para el SAR se reconocieron 9 tipos de ambientes marinos con base en el tipo de sustrato, estructura geomorfológica, profundidad, relieve y la biota marina predominante. Estos ambientes están relacionados con el patrón de zonación arrecifal descrito para la zona de estudio (Gutiérrez, et al., 1993b, 1995; Lara, et al, 1994a, 1994b, Padilla, et al, 1994).

Figura 7. 4. Mapa de ambientes marinos del sistema ambiental regional.

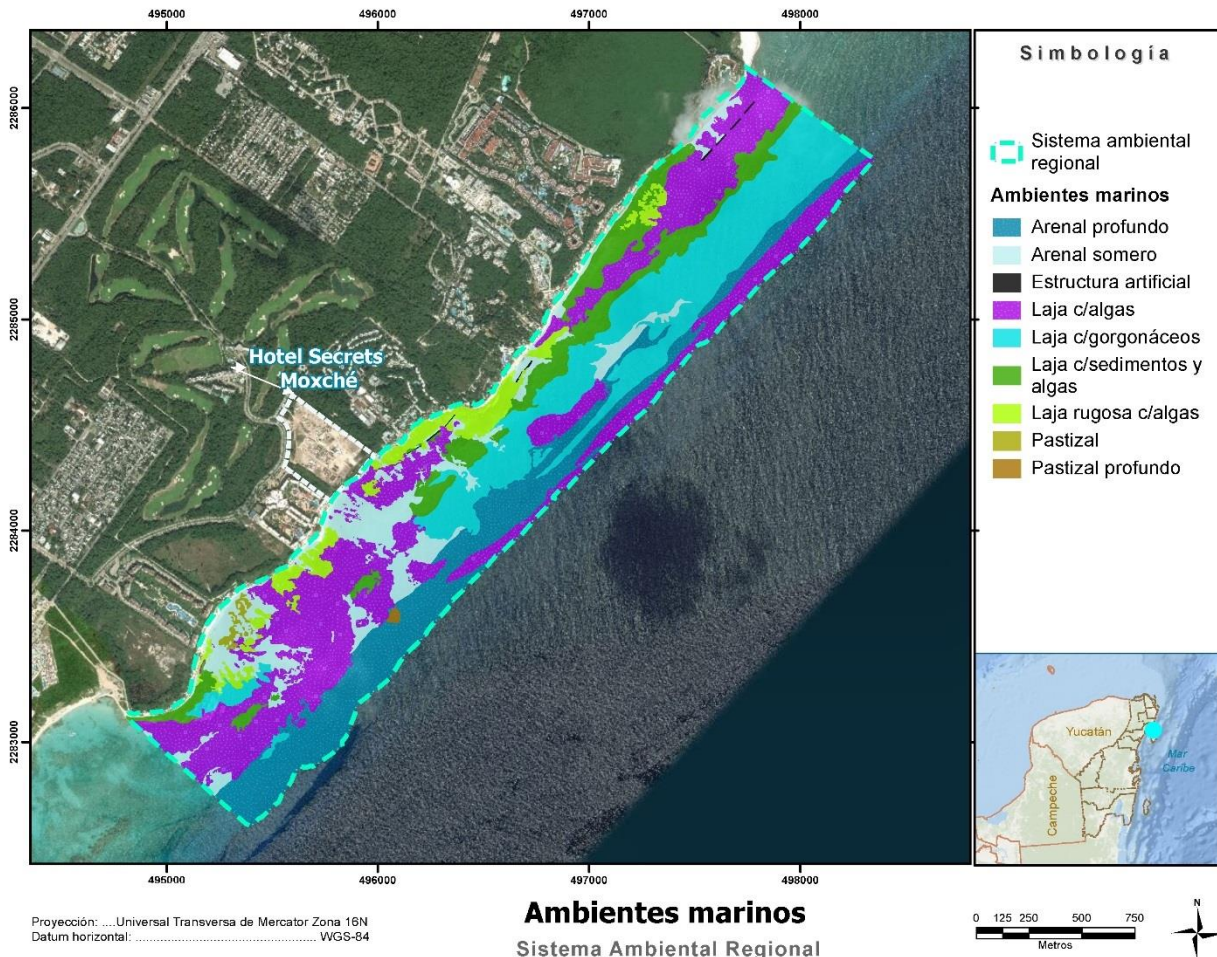


Tabla 7. 1. Superficie por tipo de ambiente marino del sistema ambiental regional.

Ambiente	ha	%
Arenal somero	35.20	11.84
Laja con sedimentos y algas	30.24	10.17
Pastizal	1.14	0.38
Estructura artificial	0.36	0.12
Laja rugosa con algas	14.91	5.02
Laja con algas	97.61	32.85
Laja con gorgonáceos	64.47	21.70
Pastizal profundo	0.31	0.11
Arenal profundo	52.94	17.81
Total	297.19	100

Para el SAR se registró un total de 15 especies de corales duros (escleractinios), 2 especies de hidrocorales, 18 especies de corales blandos (gorgonáceos), 53 especies de peces (ictiofauna), 58 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 34 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

También se encontraron 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de corales: *Acropora palmata* bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr) y *Orbicella annularis* bajo la categoría de amenazada (A). Una especie de gorgonáceo: *Plexaura homomalla* bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr). Y dos especies de pasto marino: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, bajo la categoría de sujeta a protección especial (Pr) y amenazada (A), respectivamente. Cabe mencionar que dentro del SAR también se registró la presencia de la especie de pasto marino *Halodule wrightii*, la cual se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada (A), pero se refiere únicamente a las poblaciones en el Sistema Arrecifal Veracruzano, Isla Lobos, Arrecife Tuxpan y Laguna de Tamiahua en Veracruz, y en el Canal del Infiernillo en Sonora, por lo que no aplica para el presente estudio. En la Tabla 7. 2, se presenta la sección, el tipo de ambiente y el nivel de abundancia que cada especie registró en este estudio.

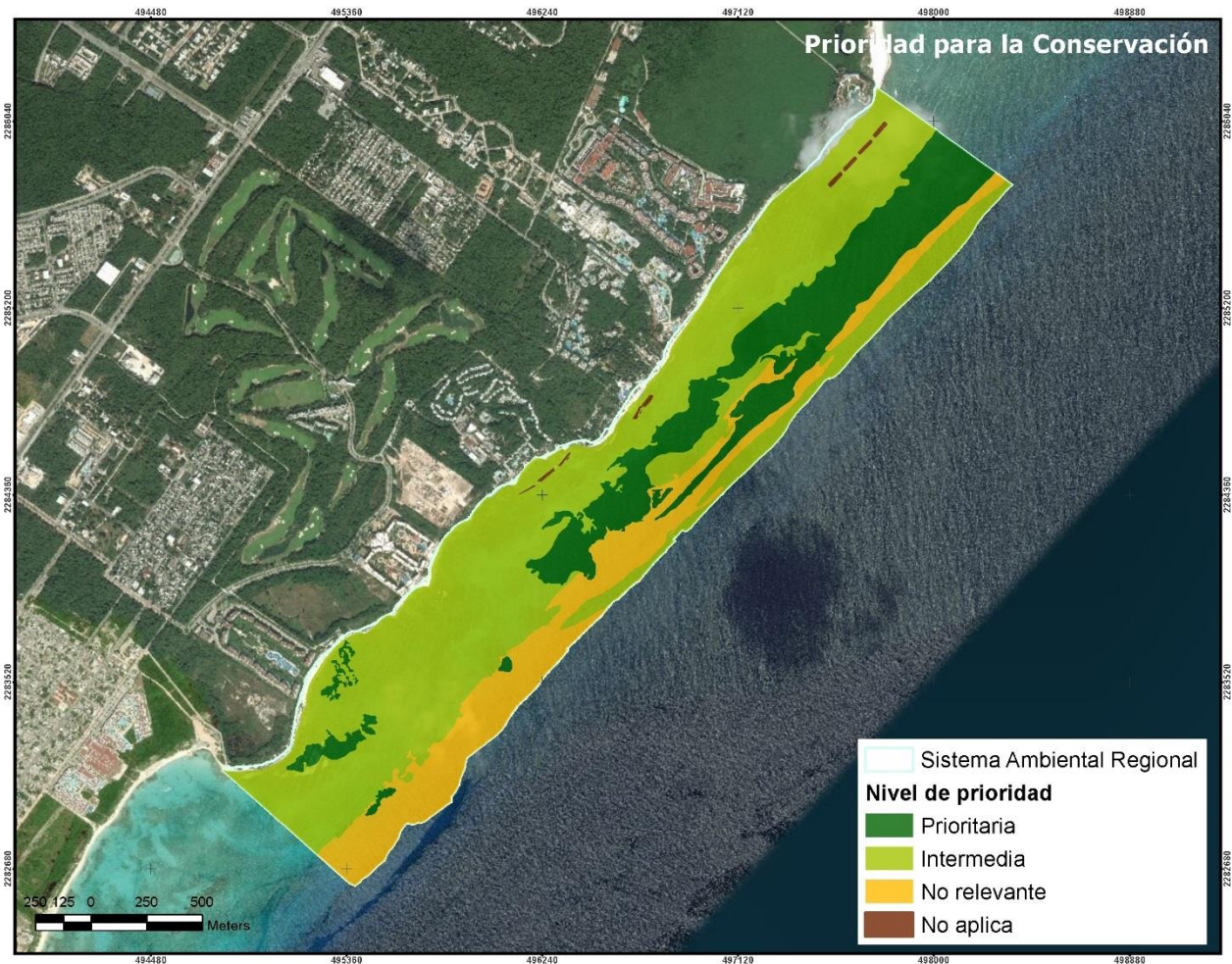
Tabla 7. 2. Especies presentes en el sistema ambiental regional que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 sujetas a protección especial (Pr) o Amenazadas (A). Sección: SAR=Sistema Ambiental Regional, AE=Área de estudio. Abundancia: x=presencia, E=Escaso, R=Raro, D=Dominante.

TAXA	Especie	Nivel de protección	Sección / Ambiente / Abundancia
Corales	<i>Acropora palmata</i>	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (x);
	<i>Orbicella annularis</i> ¹	A	SAR: Laja con algas (x)
Gorgonáceos	<i>Plexaura homomalla</i>	Pr	SAR: Laja con gorgonaceos (E)
Pasto marino	<i>Thalassia testudinum</i> ¹	Pr	SAR: Arenal somero (E). AE: Estructura artificial (R)
	<i>Syringodium filiforme</i> ¹	A	SAR: Pastizal (D)

En términos generales se puede concluir que el SAR marino definido para este Proyecto se encuentra en un estado de conservación medio, tomando como base el análisis realizado para definir la prioridad de conservación de cada ambiente marino en el SAR, basándose en indicadores de la estructura y función del ecosistema (grado de conservación) (Figura 7. 5).

¹ Especies incluidas en la modificación del anexo normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010; publicado en DOF:14/11/2019.

Figura 7. 5. Mapa de prioridad para la conservación definido para el sistema ambiental regional del Proyecto.



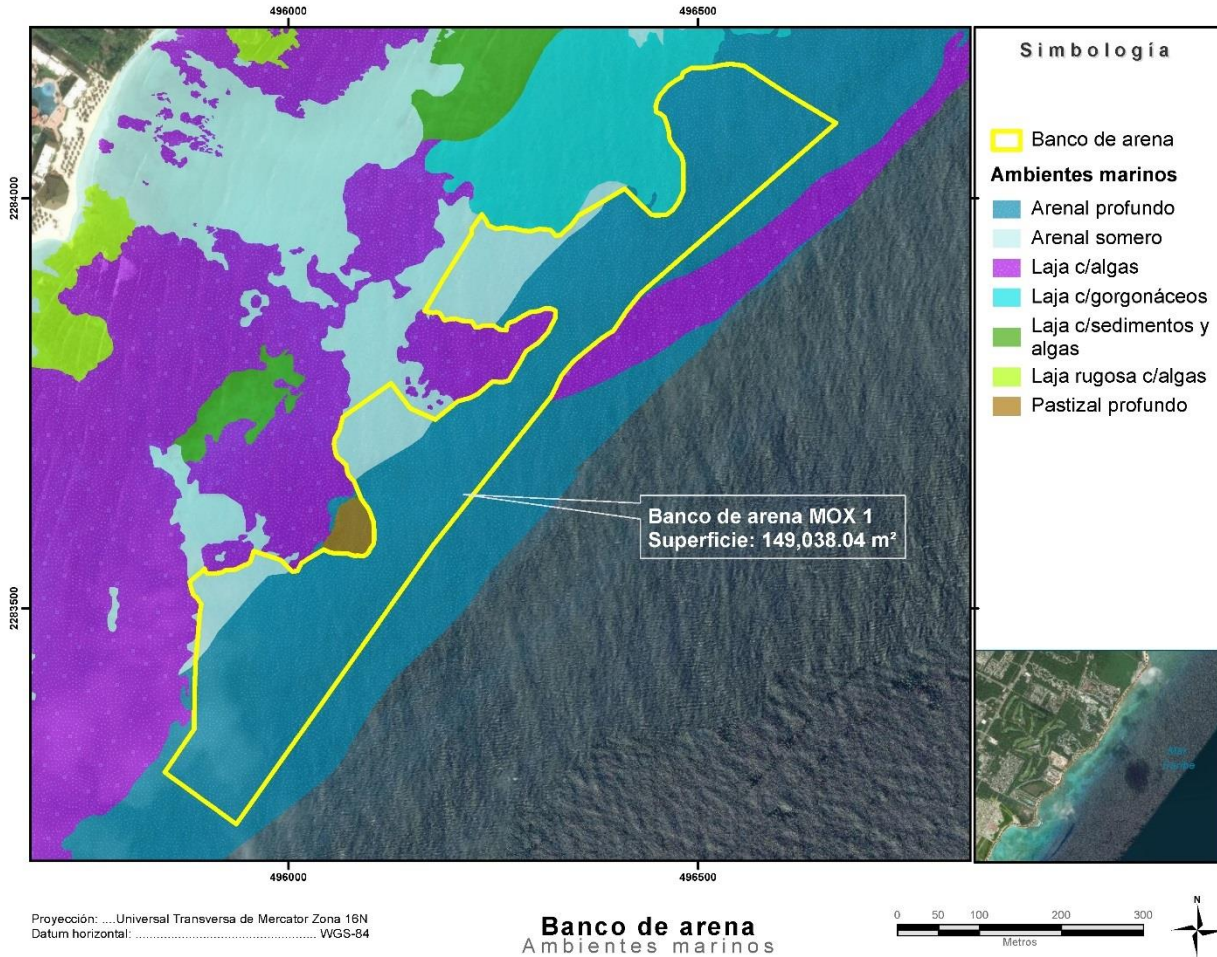
7.4.2.1. Banco Marino

El polígono definido como Banco de Arena (BA), identificado para la extracción de sedimentos, presenta una biota conspicua muy escasa. En éste fue registrado actividad reproductiva de la especie de gasterópodo *Strombus pugilis*. En cuanto a la infauna presente en el sedimento del BA no se registró una biota muy abundante ni diversa, siendo comunes los gasterópodos de varias especies y bivalvos de las familias Cardiidae y Lucinidae, así como algunos equinodermos del tipo de las galletas de mar, sin ser especies de alta relevancia para el ecosistema, así como varios anélidos del tipo de los poliquetos.

Para el BA se reconocieron 4 tipos de ambientes marinos (Figura 7. 6), un registro de 2 especies de corales duros (escleractinios), 8 especies de corales blandos (gorgonáceos), 14 especies de peces (ictiofauna), 19 especies de vegetación marina (macroalgas y pastos marinos) y 21 especies de invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

Respecto al registro de infauna, el BA este consto de un total de 17 especies de invertebrados, pertenecientes a 17 géneros, 17 familias, 12 órdenes, 5 clases, agrupados en 3 grupos: moluscos, equinodermos y anélidos.

Figura 7. 6. Polígono del banco marino identificado como sitio donador para la extracción de sedimento.



7.4.3. Socioeconomía

El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 204.73 km², lo que representa el 8.35 % de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR se localiza frente a las costas de este centro urbano.

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, et al, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10 594 habitantes en 1990 a 209 634 personas para 2015, lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.

Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad, que concentra el 15.2%. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.7%.

En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2015, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 162 596 personas, de las cuales 67% conforman la población económicamente activa (PEA), y el 33% se identifica como población no económicamente activa. La población ocupada ha aumentado ligeramente. En 2010 representó el 96.40% de la PEA y para 2015 se situó en un 97.64%, equivalente a 106 588 personas. La tasa de desocupación (TDA-2015) fue de 2.36%, un porcentaje menor al nacional (4%) y al estatal (2.9%) (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018).

Dentro de las actividades terciarias, la población ocupada con actividades relacionadas directamente con el turismo representó para el 2014 el 54.83%, comercio 20.37%, transporte 9.16% y actividades diversas 15.64% (H. Ayuntamiento de Solidaridad, 2016 – 2018). La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2017 este sector aportó el 8.8% del producto interno bruto de México.

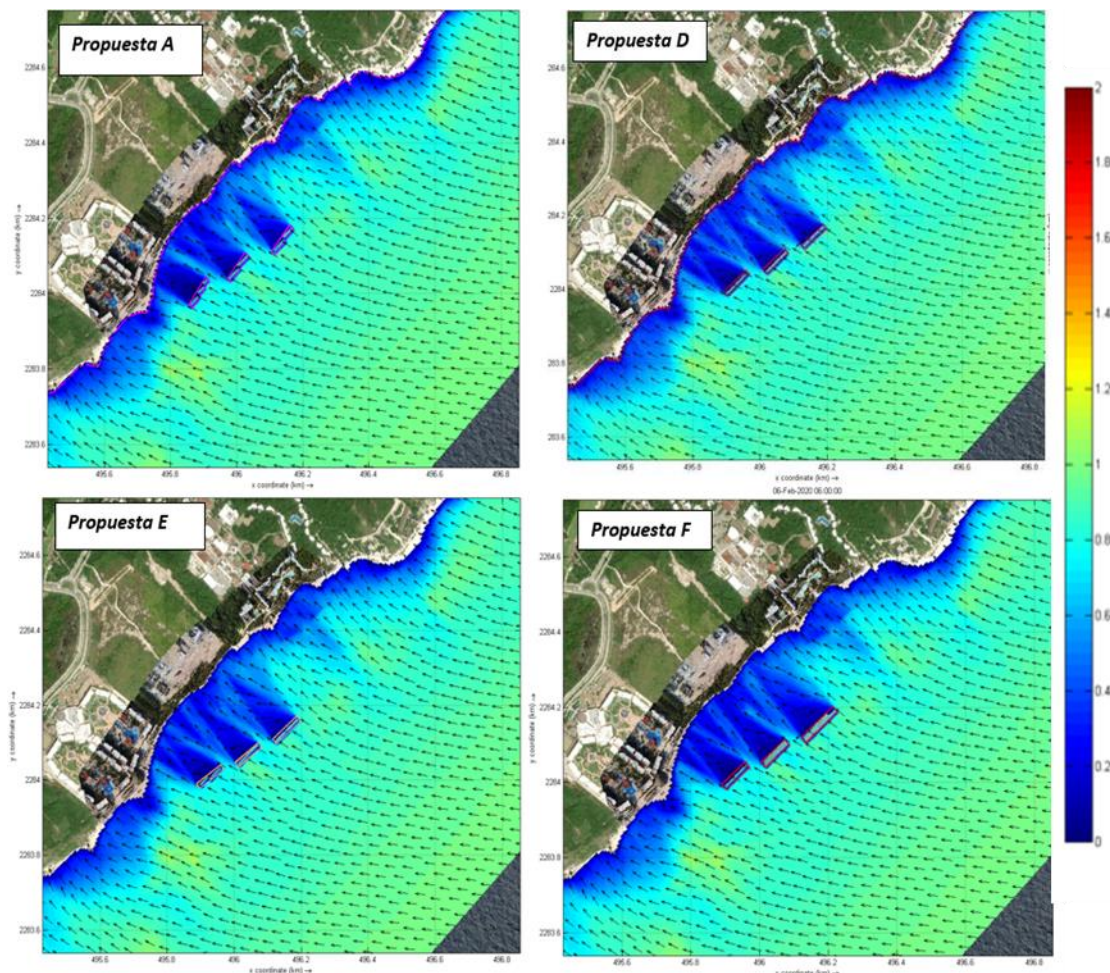
A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (221) y cuartos (37,203). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 30.32% de los hoteles y 39.44% de los cuartos disponibles en el estado.

7.5. Evaluación de Alternativas

El objetivo del proyecto de Protección y Restauración Costera del Desarrollo Turístico Secrets Moxche, consiste en la implementación de un planteamiento integral para proteger la costa del oleaje y permitir que haya una alimentación natural de arena, así como mantener la funcionalidad del ecosistema, proteger las actividades humanas y favorecer la continuidad de la operación turística ya establecida en el sitio. El diseño fue planteado a partir de los estudios técnicos realizados y la participación de un equipo multidisciplinario de expertos, quienes determinaron la mejor solución ante el proceso regional de erosión costera.

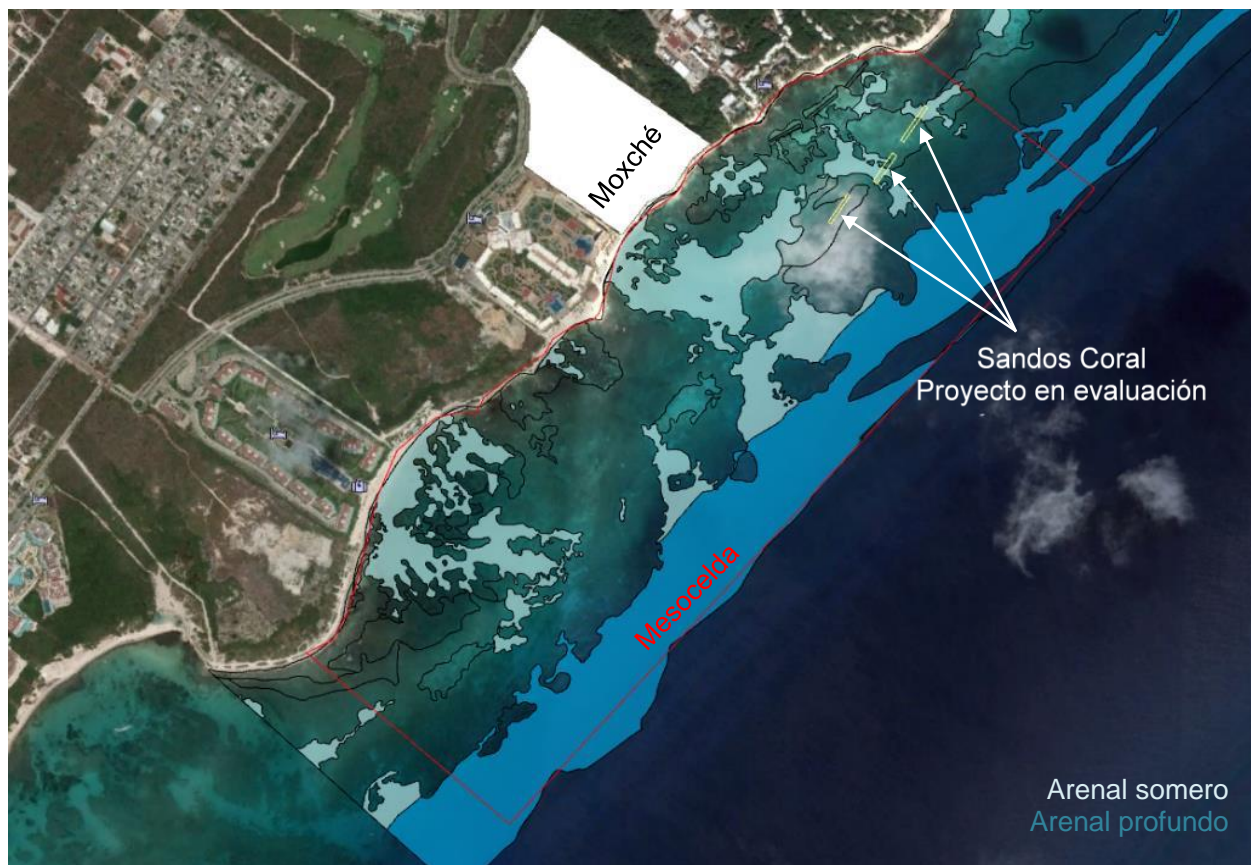
Durante el proceso el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y Tecnoceano analizaron varias opciones de diseños de estructuras de protección (Figura 7. 7), considerando para ello criterios como, ser lo menos invasivo con el medio ambiente, económicamente viable y que ofreciera protección suficiente durante un ciclo de condiciones atmosféricas (Nortes, Estes y Suradas) de calma y tormenta típica.

Figura 7. 7. Diseños (A, D, E y F) de protección evaluados en condiciones de calma ($H_s = 1\text{m}$, $T_p = 6$ segundos y $\text{Dir} = 95^\circ$).



Adicionalmente, esta propuesta debería mimetizarse y trabajar en conjunto con el diseño de protección del hotel colindante Sandos Caracol (el cual actualmente se encuentra en evaluación) (Figura 7. 8). Así mismo la propuesta buscaba reproducir el efecto de las estructuras naturales de protección generando beneficio en todo el frente del sitio de interés y cuidando posibles afectaciones a las zonas colindantes.

Figura 7. 8. Zonas de desplante para estructuras de protección del proyecto Sandos Caracol de acuerdo a la caracterización ambiental.



En el proceso de diseño se tomaron las siguientes consideraciones: la longitud de los rompeolas, la separación que existe entre el eje de los rompeolas y la costa, el procedimiento constructivo que se adoptará y la alineación y posición de cada una de las estructuras con respecto a la costa y con respecto a la caracterización del fondo marino.

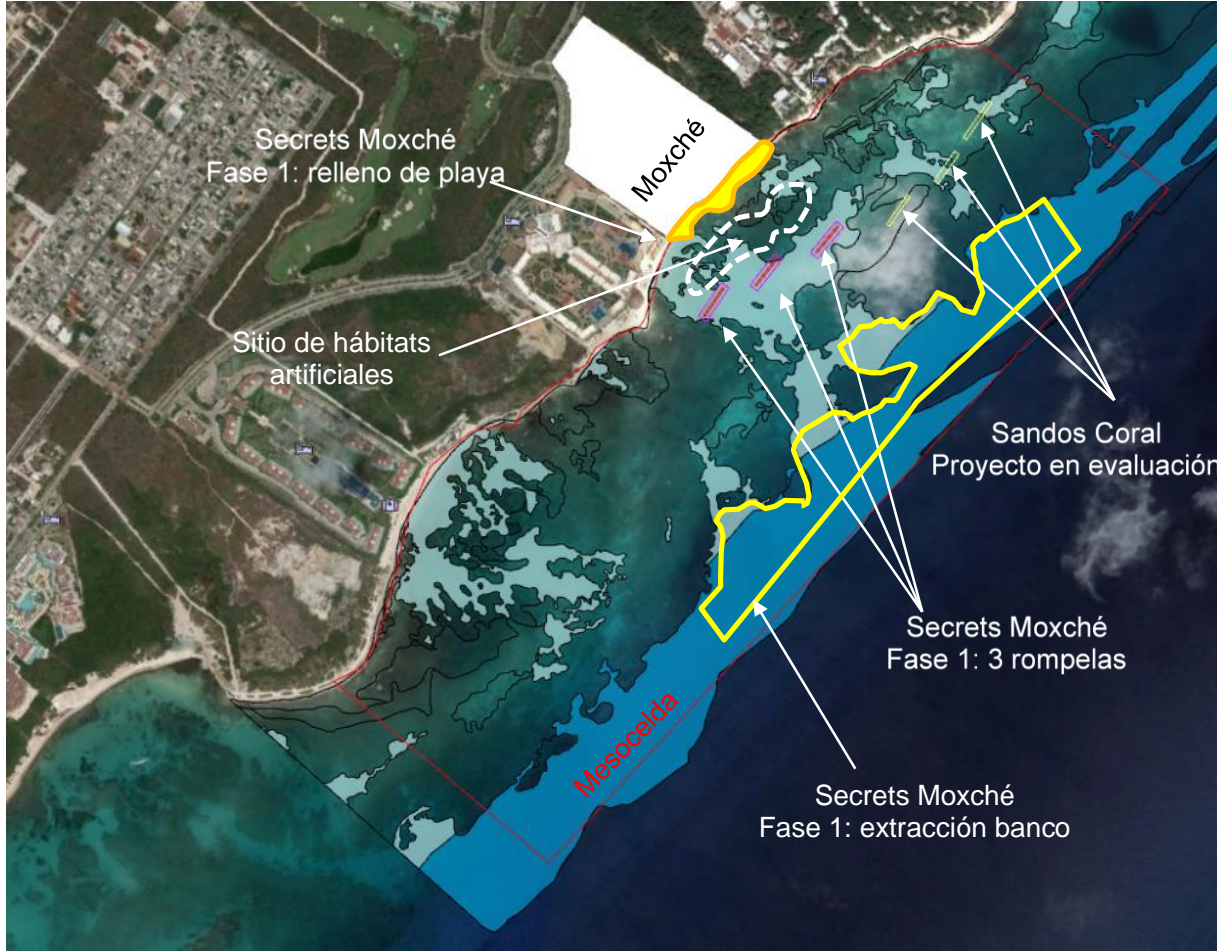
Finalmente, el planteamiento integral del Proyecto elegido con base al análisis de los resultados de los modelos realizados por el IIUNAM y Tecnoceano fue el diseño A (Figura 7. 7) y quedó conformado de dos fases integradas por las siguientes obras y actividades:

Fase I

1. Obras de protección costera. Construcción de tres rompeolas de 75 m de largo, paralelos a la línea de costa.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción de aproximadamente 28,660.84 m³ de arena, del banco marino MOX 1. Transporte de sedimentos al área de depósito mediante una draga de tolva.
3. Relleno de playa. Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 300 m, forestación con vegetación dunar e instalación de captadores pasivos de arena.

4. Hábitats artificiales. Instalación de estructuras promotoras de arrecife (nuevos hábitats), vivero de coral y sembrado de corales, así como la realización de actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxché.

Figura 7. 9. Propuesta de diseño A, Fase I.

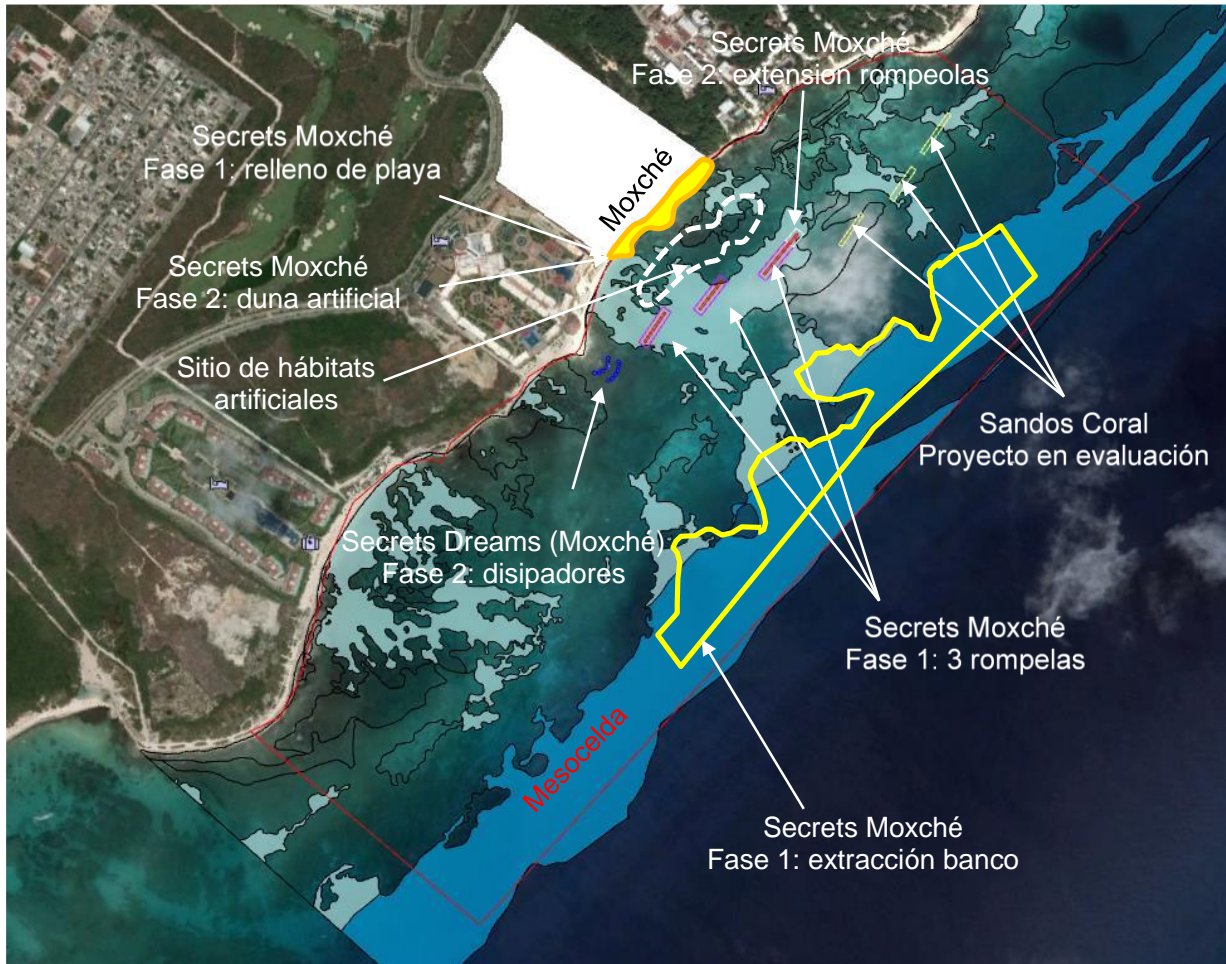


En caso de demostrar que la playa continuaría sufriendo de oleaje energético y constante erosión, se procedería con la implementación de la Fase II del Proyecto.

Fase II

1. Ampliación de la obra de protección costera identificada como rompeolas R1. Extensión del rompeolas R1 35 m hacia el noreste.
2. Arrecifes disipadores. Instalación de elementos precolados sólidos o con cierta porosidad, de tipo WAD (*Wave Attenuation Device*) o reef ball o similar.
3. Consolidación y estructuración de duna: Construcción de una duna de arena artificial no estructurada.

Figura 7. 10. Propuesta de diseño A, Fase I y II.



7.6. Impactos

De acuerdo al análisis de identificación de impactos ambientales relacionados con la implementación del Proyecto, se identificó que los 10 impactos negativos potenciales, determinados durante la evaluación, no ponen en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR, pues cada uno de ellos contará con sus adecuadas y eficientes medidas de mitigación que garantizan que los ecosistemas y recursos asociados retornen a su estado original e incluso mejoren la prestación de servicios ambientales. Del total de impactos negativos identificados, sólo dos fueron clasificados como impactos residuales negativos y corresponden a la modificación del hábitat y disminución de la conectividad y la modificación del fondo marino que también fue considerado como positivo. Ambos fueron evaluados como no significativos y están relacionados con la construcción de los rompeolas, los que serán un elemento nuevo en el medio ambiente y derivado de su construcción propiciarán la modificación de la topografía submarina en la zona de desplante, sin embargo, los efectos de dicho impacto generan otros que son positivos, como la generación de hábitat, la protección de la playa arenosa y de la infraestructura turística adyacente.

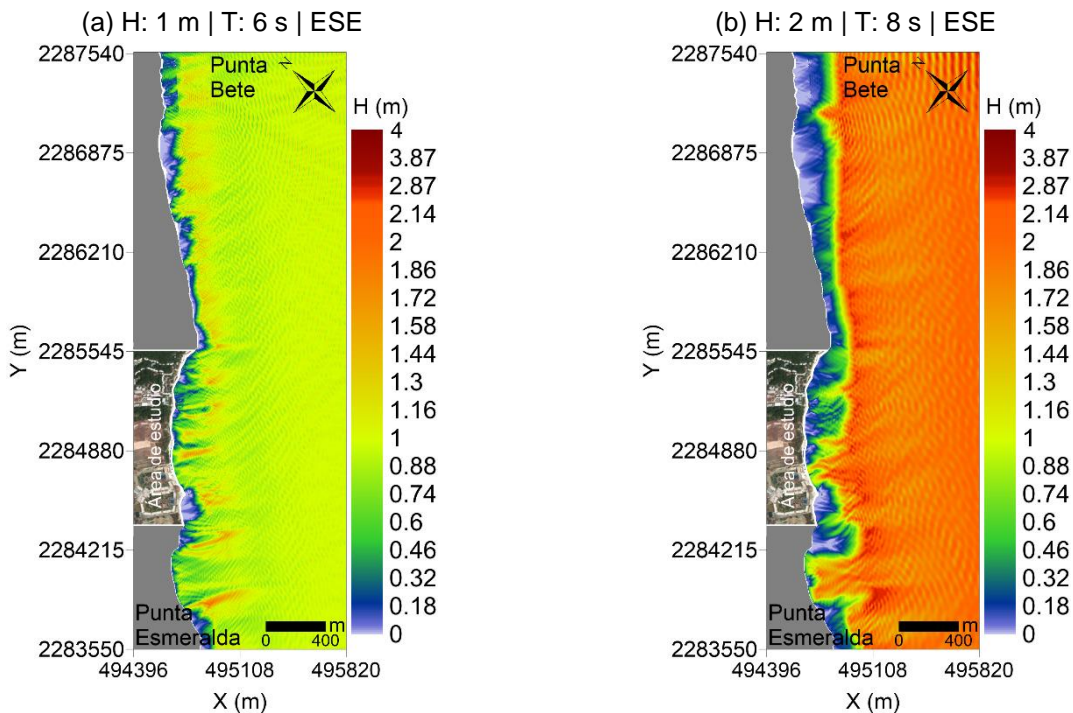
De los 12 impactos positivos identificados, los cuales representan el 54.54% del total de impactos, el desarrollo del Proyecto generará siete impactos residuales positivos que son: el aumento de la superficie de playa, la generación de atractivo turístico, la estabilización de la zona litoral, la alteración de geoformas, el aumento y mantenimiento de la diversidad y cobertura en la duna costera y la modificación del fondo marino, este último asociado a la construcción de los rompeolas, los que generarán zonas con mayor heterogeneidad ambiental, derivando en el aumento de la biodiversidad. ya que proporcionará sitios de refugio, alimentación y reproducción para un mayor número de especies de biota marina.

7.7. Pronósticos del Escenario del Proyecto

7.7.1. Escenario Modificado sin Proyecto

Los resultados de modelación numérica en la malla que cubre el SAR del Proyecto muestran, en general, una región sur desprotegida, incluido el litoral del hotel Secrets Moxche, con la incidencia directa y concentración de energía del oleaje en las proximidades de la costa para la mayoría de los escenarios de simulación. En estas figuras, la concentración de energía del oleaje es identificada mediante tonos de colores amarillos y naranjas, con altura de ola en las inmediaciones de la costa superior a 1 m (Figura 7. 11).

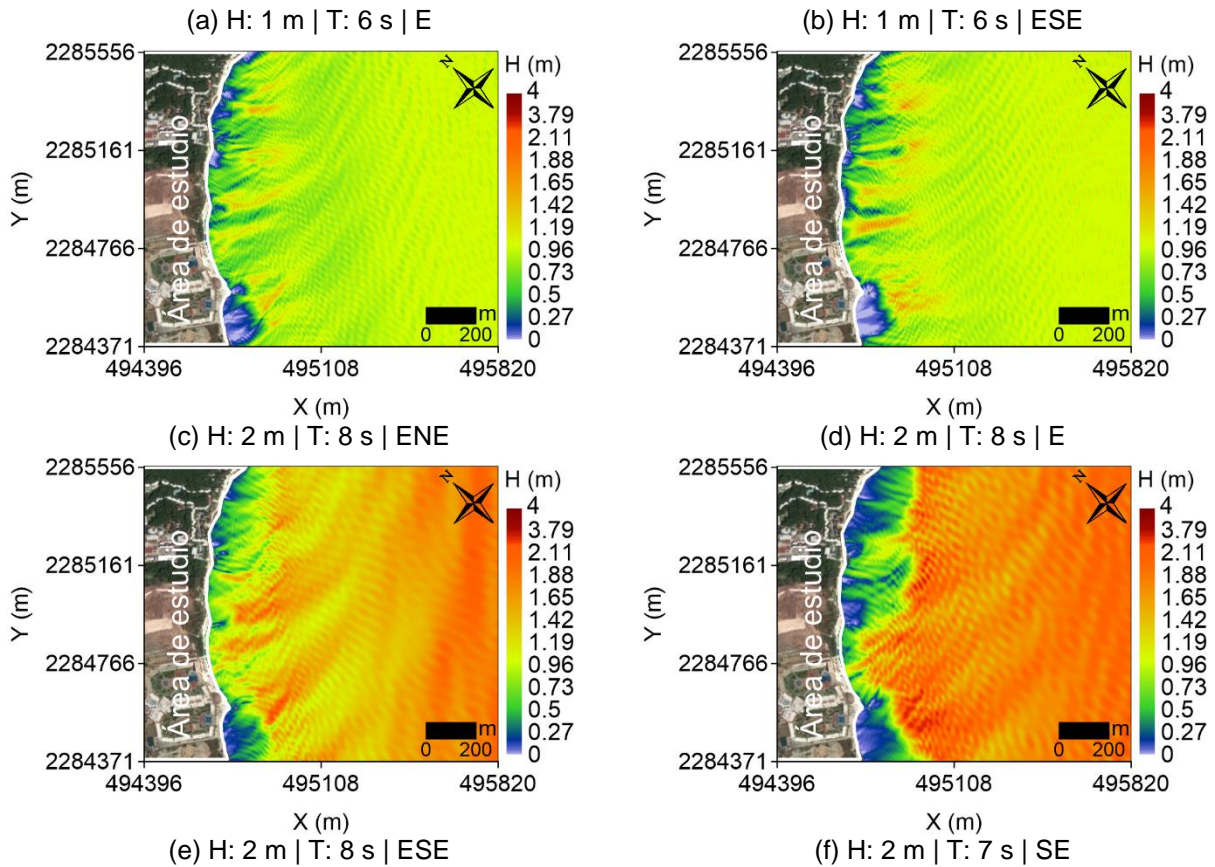
Figura 7. 11. Resultados de propagación de altura de ola, escenarios en condición actual de la playa- SAR, oleaje en dirección ESE; (a) oleaje de calma; (b) oleaje de tormenta.

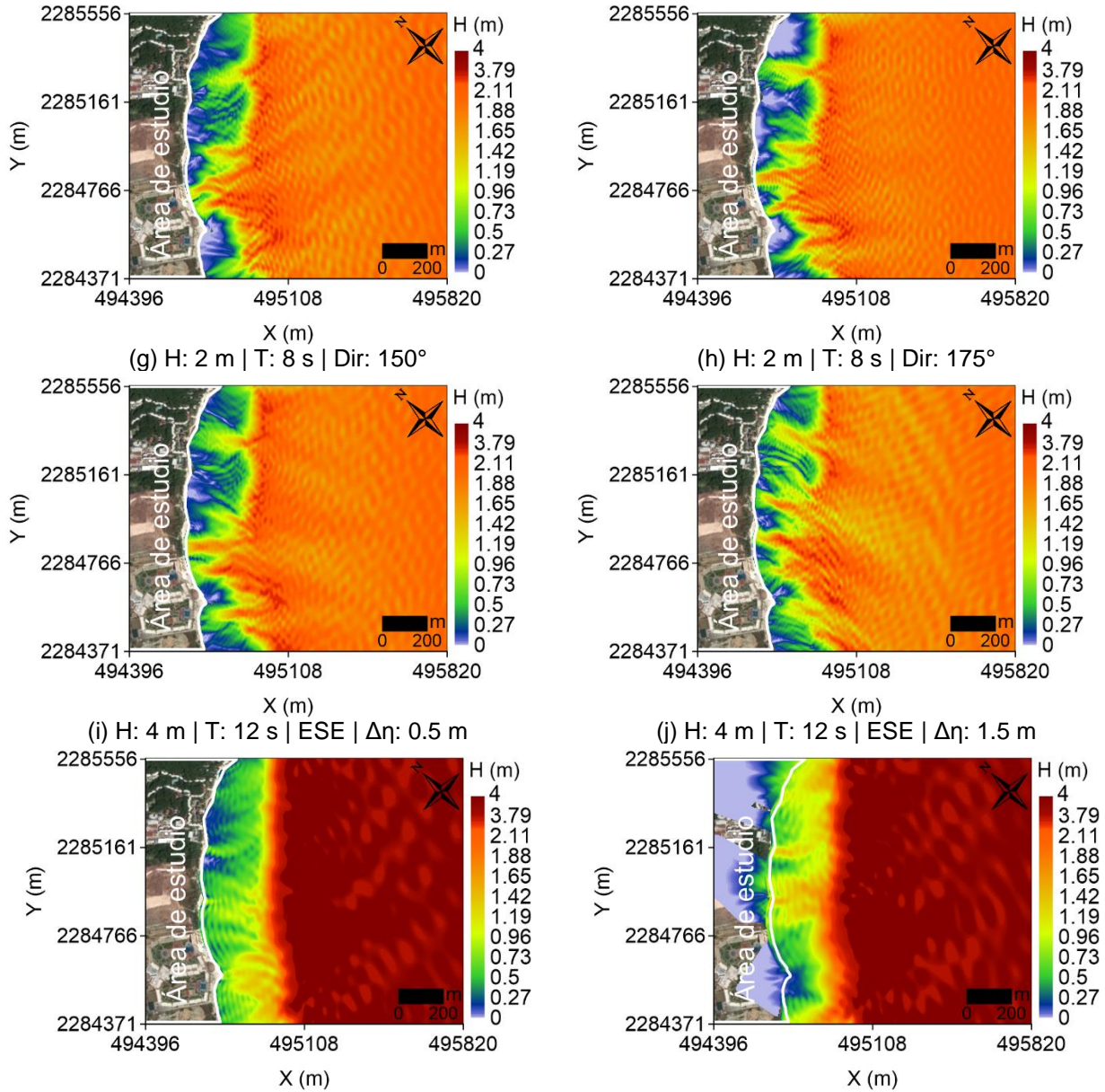


En lo que se refiere a la zona de Proyecto, el oleaje de calma incide principalmente en la mitad norte del litoral de actuación, tanto en dirección E como ESE, aunque con mayor intensidad en esta última, con olas de hasta 1.5 m en la zona próxima a la costa (Figura 7. 12).

En cuanto al oleaje de tormenta, prácticamente todo el litoral del hotel Secrets Moxche es afectado por las condiciones de oleaje simuladas, en mayor medida en la región central si se atiende a las tormentas que ocurren con mayor frecuencia (en direcciones E y ESE) (Figura 7. 12). Por último, en condiciones de huracán prácticamente la extensión total del frente de playa recibe olas de magnitud considerable, especialmente en el escenario de cambio climático contemplado (Figura 7. 12).

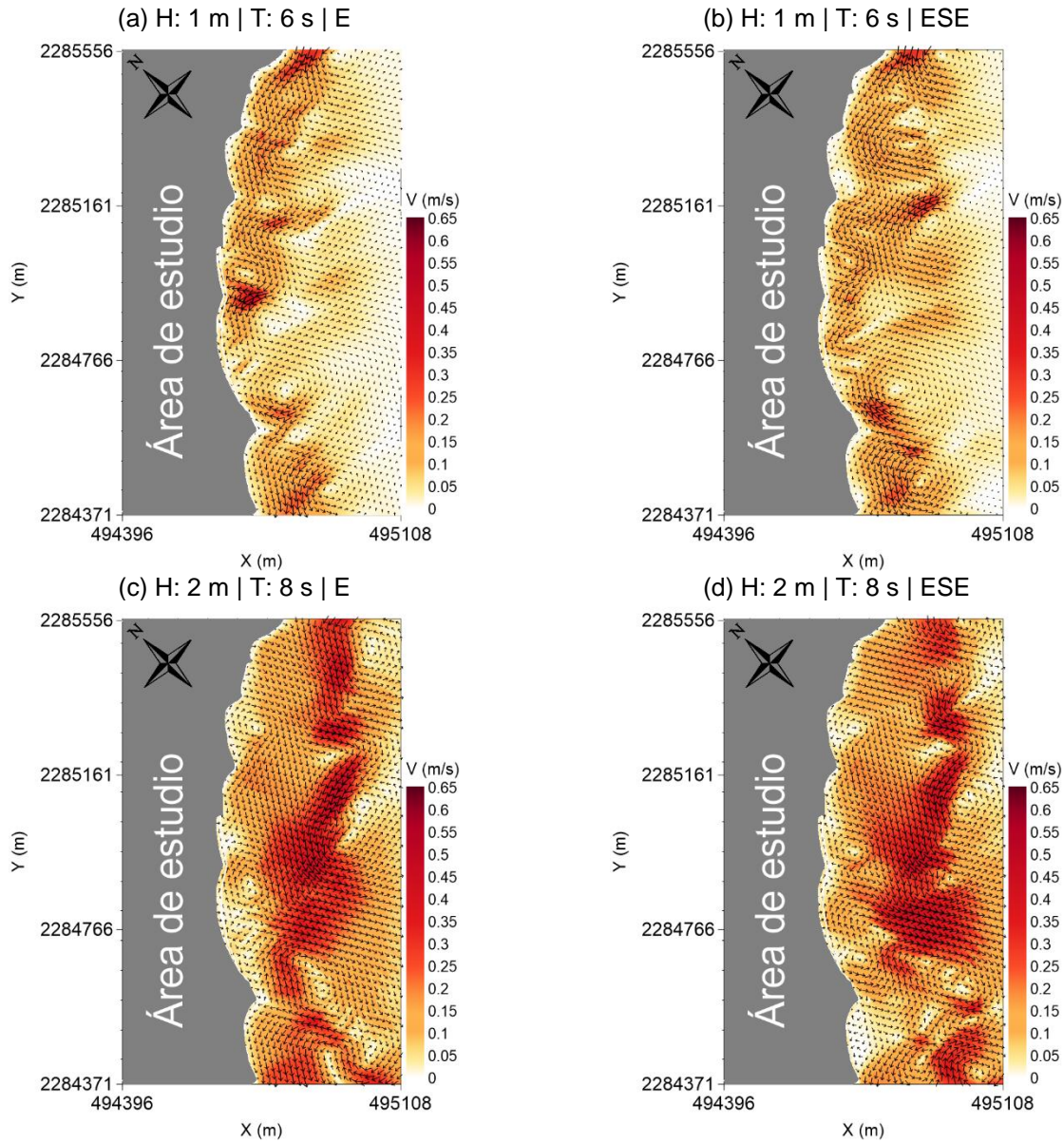
Figura 7. 12. Resultados de propagación de altura de ola, escenarios en condición actual de la playa- zona de Proyecto: (a) oleaje de calma en dirección E; (b) oleaje de calma en dirección ESE; (c) oleaje de tormenta en dirección ENE; (d) oleaje de tormenta en dirección E; (e) oleaje de tormenta en dirección ESE; (f) oleaje de tormenta en dirección SE; (g) oleaje de tormenta en dirección 150° respecto al norte; (h) oleaje de tormenta en dirección 175° respecto al norte; (i) Huracán; (j) Huracán + Cambio Climático.





Los resultados obtenidos para el oleaje se reflejan en la magnitud de las corrientes que son generadas por el mismo cerca de la costa (Figura 7. 13). El oleaje pone en suspensión el sedimento y este es movido por las corrientes, perdiéndose en gran parte mar adentro en el perfil de playa.

Figura 7. 13. Circulación de corrientes en Zona de Proyecto- escenarios en condiciones de calma y de tormenta: Oleaje de calma del E; (b) oleaje de calma del ESE; (c) oleaje de tormenta del E; (d) oleaje de tormenta del ESE (Nota: los colores indican la magnitud de velocidad de corriente y las flechas el sentido de circulación).



Como consecuencia, la respuesta morfológica de la playa viene determinada por procesos de erosión en situación actual de la playa, ante la acción de las condiciones más frecuentes características de la dinámica marina (Figura 7. 14). En condiciones de huracán, la línea de costa avanza por la pérdida de elevación de la playa seca, ya que el sedimento es movido desde de esta zona a la playa sumergida (Figura 7. 15), mientras que un escenario de huracán considerando cambio climático produciría una mayor pérdida de sedimento mar adentro, con un retroceso de línea de costa predominante en el litoral de estudio (Figura 7. 15).

Figura 7. 14. Resultados de línea de costa final para oleaje en direcciones E y ESE, escenarios en condición actual de la playa- zona de Proyecto: (a) Oleaje en dirección E (en naranja, oleaje de calma; en verde, oleaje de tormenta; en azul, costa inicial); (b) Oleaje en dirección ESE (en naranja, oleaje de calma; en verde, oleaje de tormenta; en azul, costa inicial).

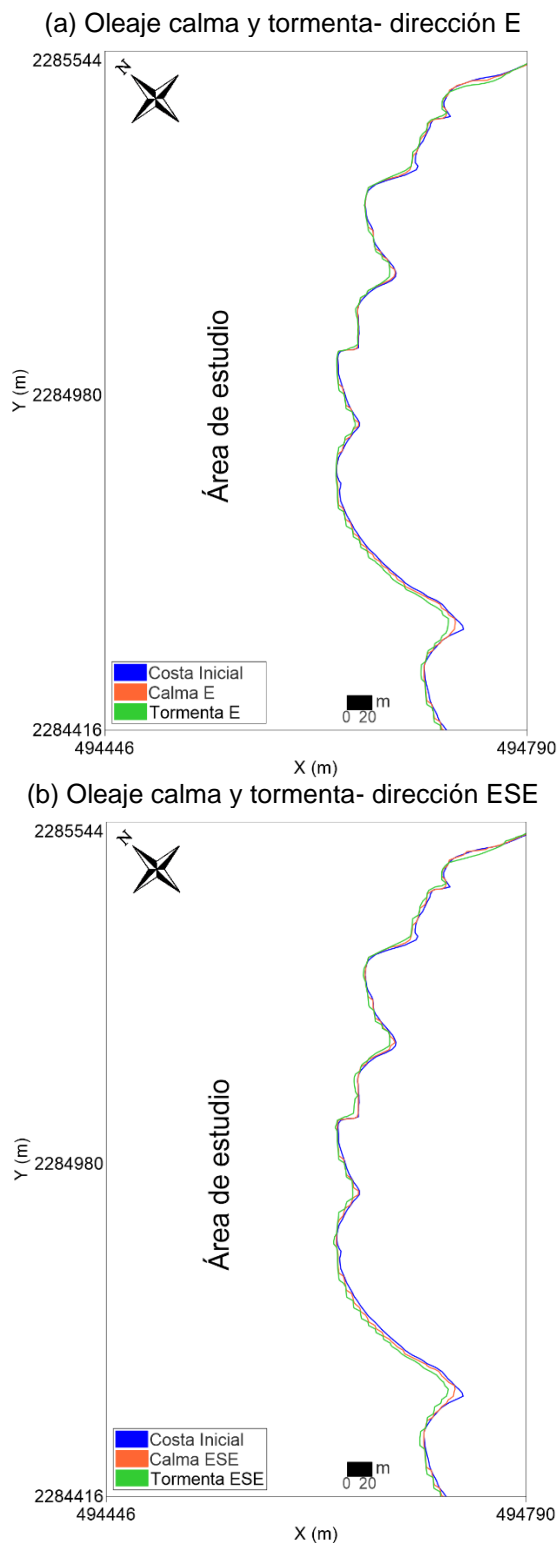
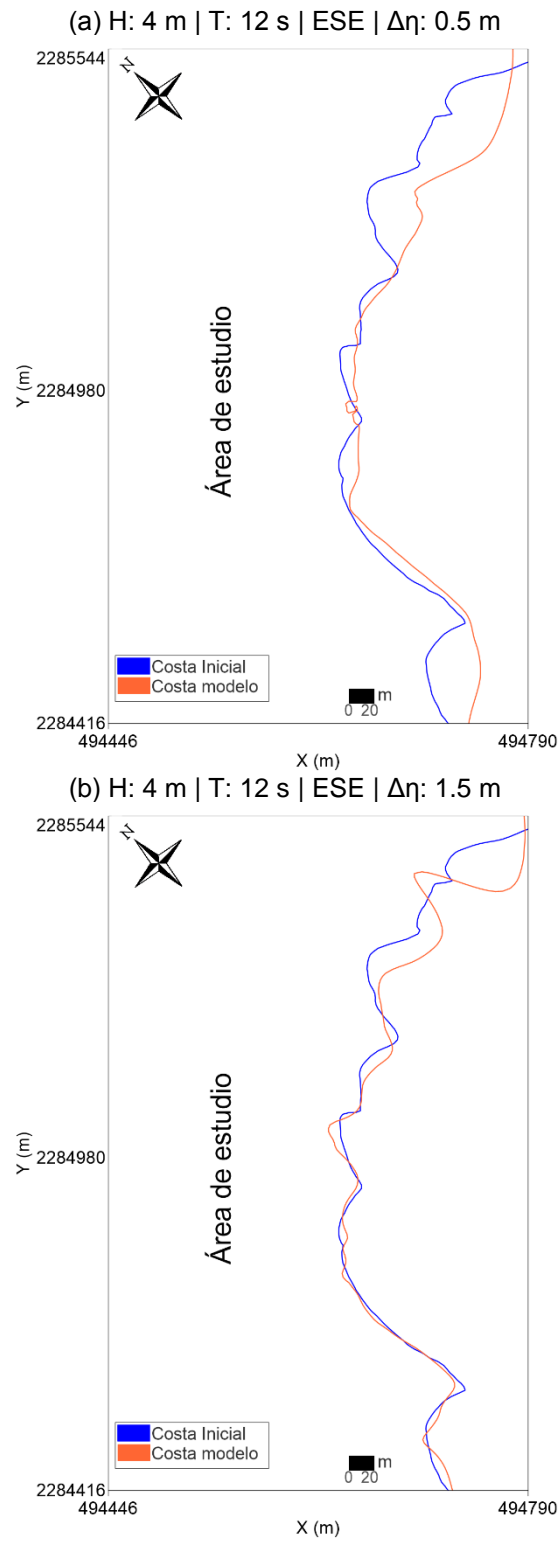


Figura 7. 15. Resultados de línea de costa final (en naranja) vs costa inicial (actual, en azul), escenarios en condición actual de la playa- zona de Proyecto: (a) Huracán; (b) Huracán + Cambio Climático.

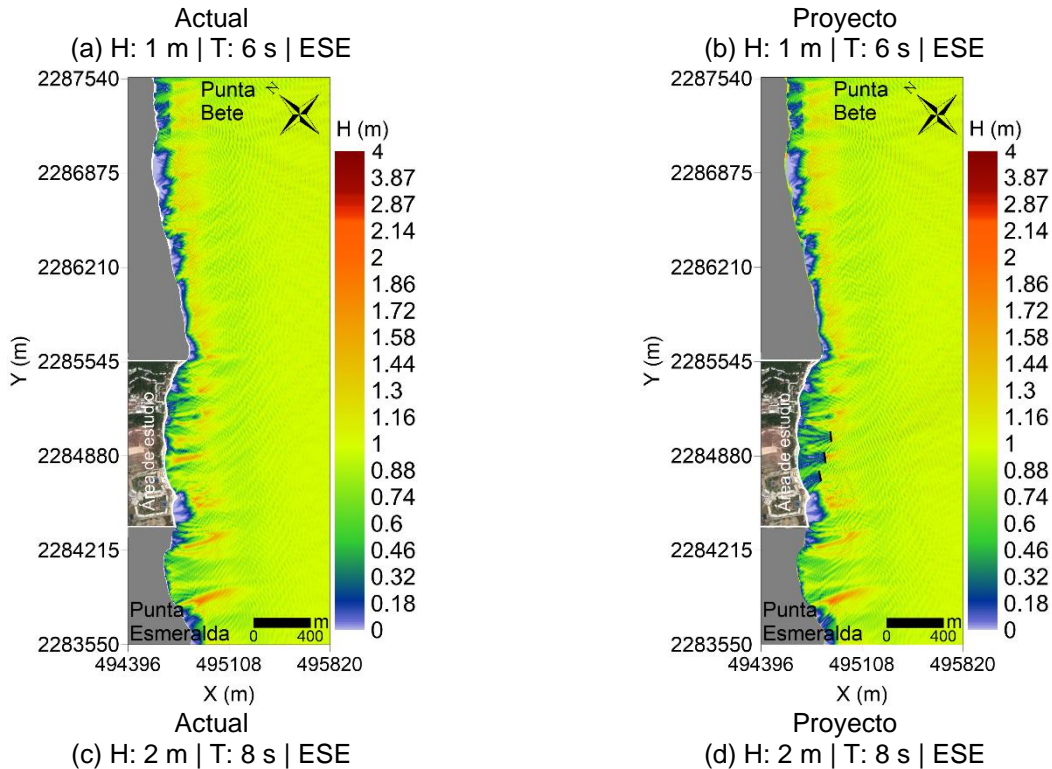


Por tanto, los resultados muestran un área amenazada por la acción del clima de oleaje, lo que explica la alta variabilidad en el cambio de posición de línea de costa que se ha producido con los años y retroceso desde 2006 a 2017.

7.7.2. Escenario Modificado con Proyecto

Los resultados de modelación numérica muestran el servicio de protección que ofrecerían a la costa las estructuras propuestas en este Proyecto, reflejado por la llegada de olas menos energéticas a la playa para las condiciones de clima de oleaje más frecuentes que caracterizan la región, tanto de calma como de tormenta, y que ocasionan pérdida de playa seca junto al predio. Como consecuencia, la circulación y magnitud de las corrientes inducidas por el oleaje se reducirían, favoreciendo así la permanencia del sedimento en la playa. Un ejemplo de estos resultados se incluye en las Figura 7. 16, Figura 7. 17 y Figura 7. 18.

Figura 7. 16. Resultados de propagación de altura de ola en región del SAR- situación actual a la izquierda; configuración de Proyecto a la derecha- oleaje procedente del este-sureste: (a) y (b) oleaje de calma; (c) y (d) oleaje de tormenta.



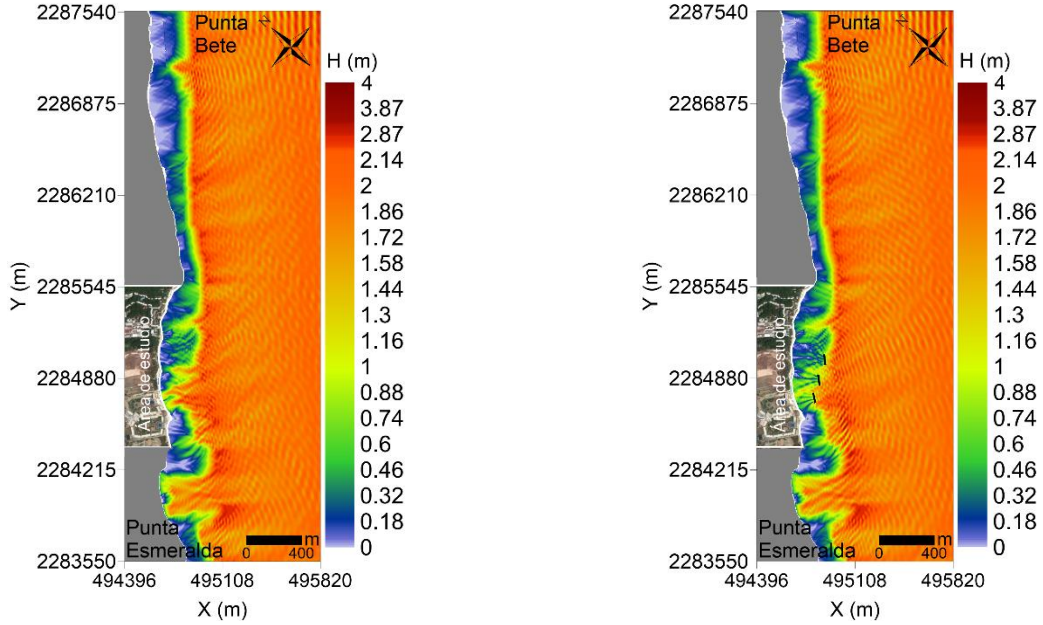


Figura 7. 17. Resultados de propagación de altura de ola en zona de Proyecto- situación actual a la izquierda; configuración de Proyecto a la derecha- oleaje procedente del este-sureste: (a) y (b) oleaje de calma; (c) y (d) oleaje de tormenta.

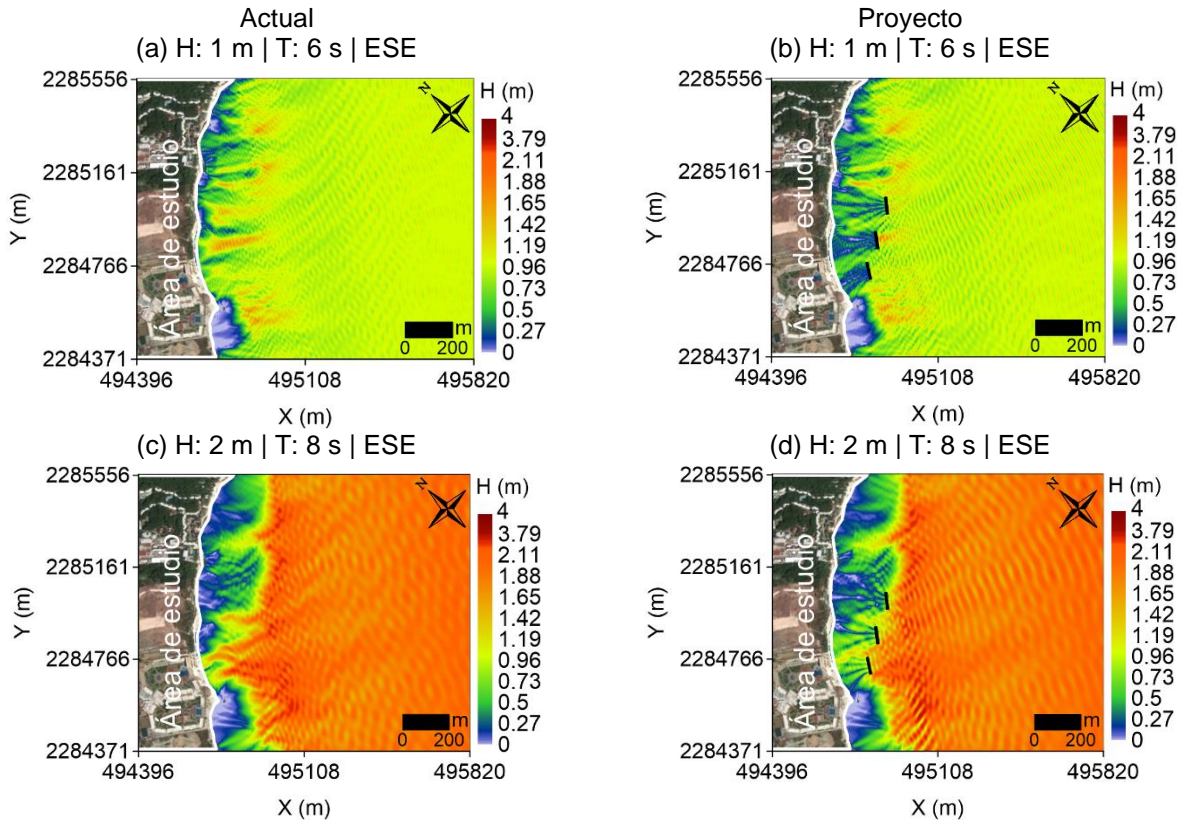
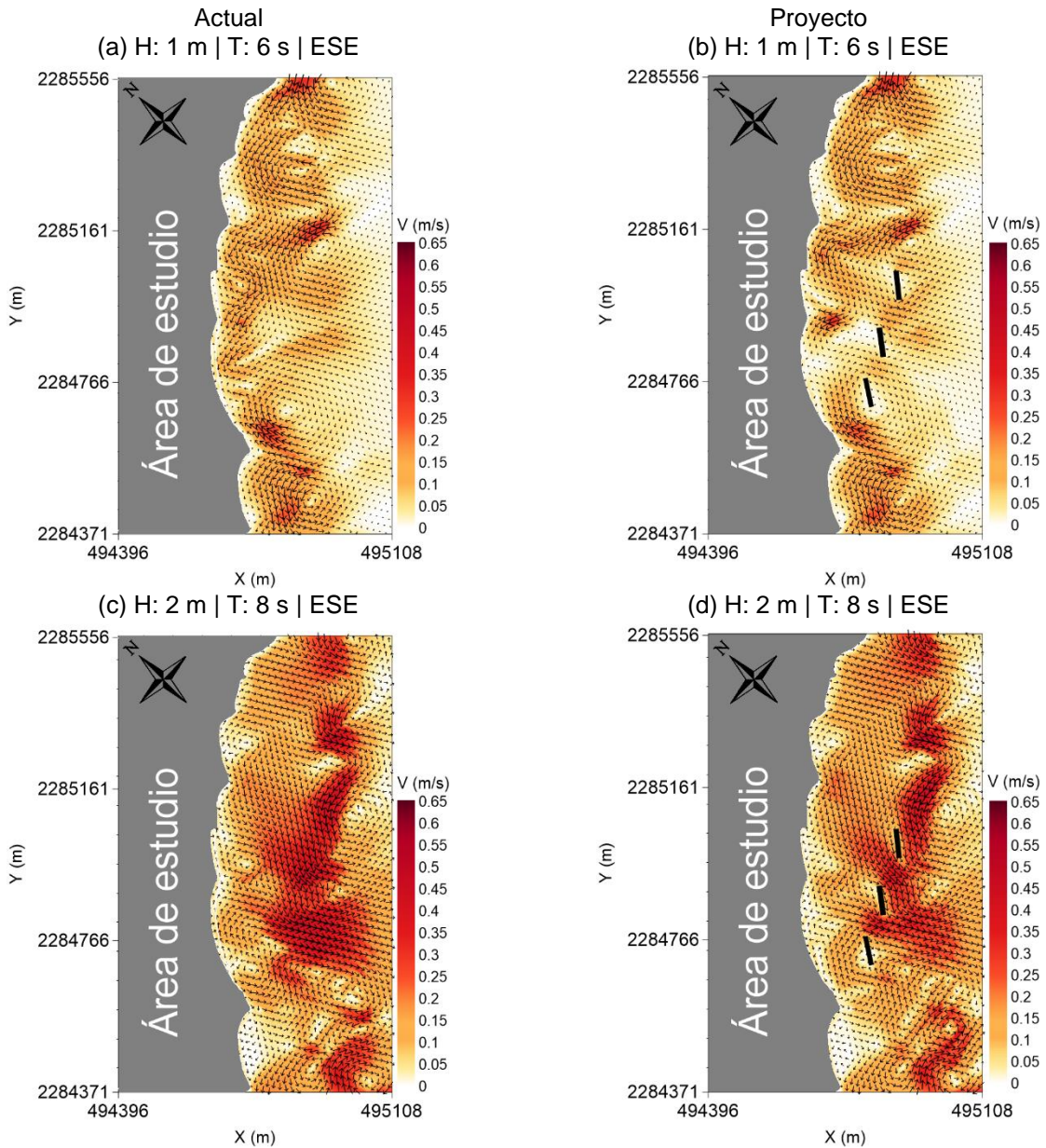


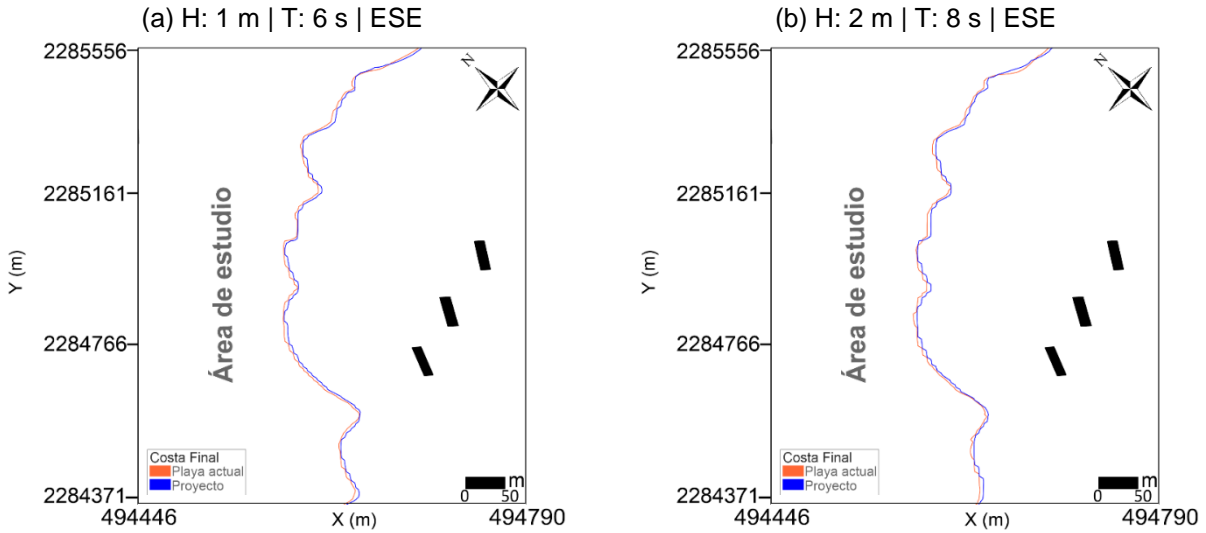
Figura 7. 18. Resultados de corrientes inducidas por el oleaje en zona de Proyecto- situación actual a la izquierda; configuración de Proyecto a la derecha- oleaje procedente del este-sureste: (a) y (b) oleaje de calma; (c) y (d) oleaje de tormenta. Nota: el color indica la magnitud de las velocidades de corriente; las flechas, la dirección y sentido en los que tenderán a mover el sedimento.



Estos resultados permiten entender la tendencia de movimiento del sedimento por la acción del oleaje, el cual es desplazado de la playa seca a la playa sumergida.

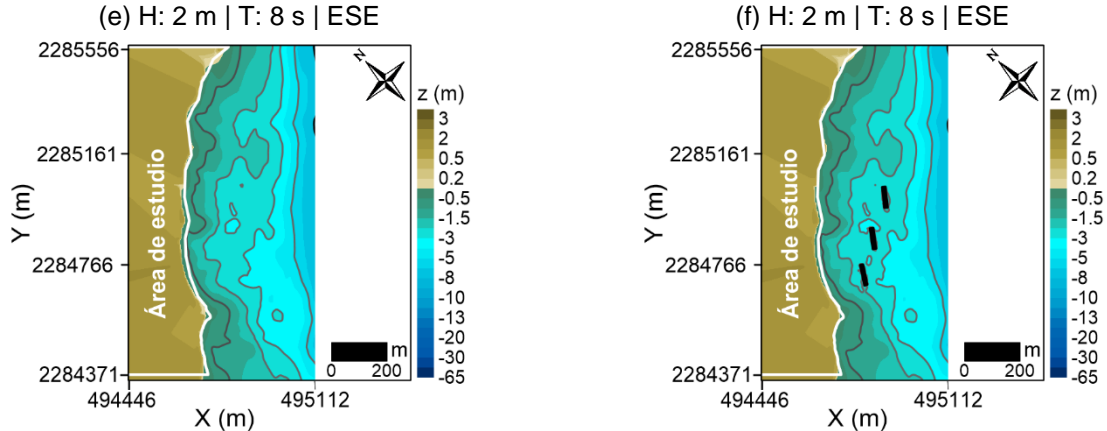
Este servicio de protección también fue determinado mediante el análisis de la posición final de la costa tras la simulación de las distintas condiciones de oleaje (Figura 7. 19), en el que se observó una posición de costa más avanzada para todos los escenarios analizados en la configuración de Proyecto que en la actual.

Figura 7. 19. Línea de costa final- oleaje procedente del este-sureste (playa actual, en rojo, vs Proyecto, en azul): (a) oleaje de calma; (b) oleaje de tormenta.



Los resultados de modelado numérico en la malla general (SAR) permiten comprobar que no se afectarán las playas colindantes, pues los principales cambios se observan únicamente en la zona del Proyecto (Figura 7. 20).

Figura 7. 20. Cota de elevación del terreno final en zona de Proyecto- condiciones de tormenta, situación actual a la izquierda; configuración de Proyecto a la derecha: oleaje del este-sureste.



La Fase II del Proyecto consiste en reforzar la protección de la playa en los extremos norte y sur del área de estudio, únicamente en caso de que de acuerdo a las condiciones hidrometeorológicas que se presenten así se requiera. Para ello, se plantea la realización de dos construcciones principales:

- Prolongación hacia el norte de la estructura de protección costera rompeolas R1.
- Colocación de arrecifes disipadores en el límite sur del Proyecto.

Los resultados de modelado numérico mostraron para todos los escenarios de clima de oleaje un funcionamiento favorable de las obras de protección que componen la Fase II. Como ejemplo, en las Figura 7. 21, Figura 7. 22, Figura 7. 23 y Figura 7. 24 se muestran los resultados para los eventos de oleaje de dirección ESE, en calma y tormenta; oleaje, en Figura 7. 21; corrientes en Figura 7. 22; y respuesta morfológica en Figura 7. 23 y Figura 7. 24.

Figura 7. 21. Resultados de propagación de altura de ola, escenario de oleaje de calma y de tormenta en dirección ESE- FASE II: (a) oleaje de calma, en región del SAR; (b) oleaje de tormenta, en región del SAR; (c) oleaje de calma, en zona de Proyecto; (d) oleaje de tormenta, en zona de Proyecto.

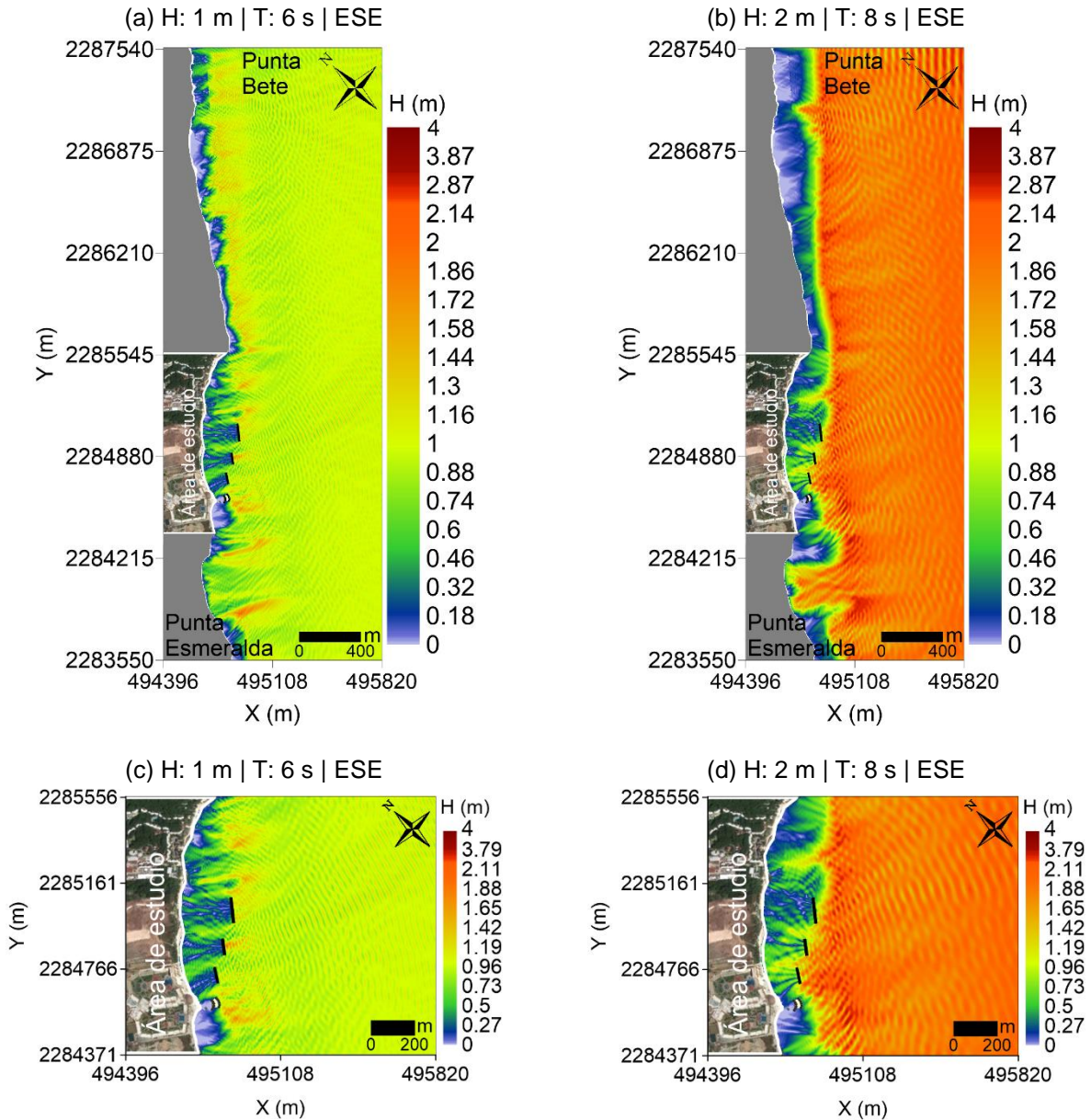


Figura 7. 22. Resultados de corrientes inducidas por el oleaje en zona de Proyecto- FASE II- condiciones de oleaje de calma y de tormenta en dirección ESE: (a) oleaje de calma; (b) oleaje de tormenta. Nota: el color indica la magnitud de las velocidades de corriente; las flechas, la dirección y sentido en los que tenderán a mover el sedimento.

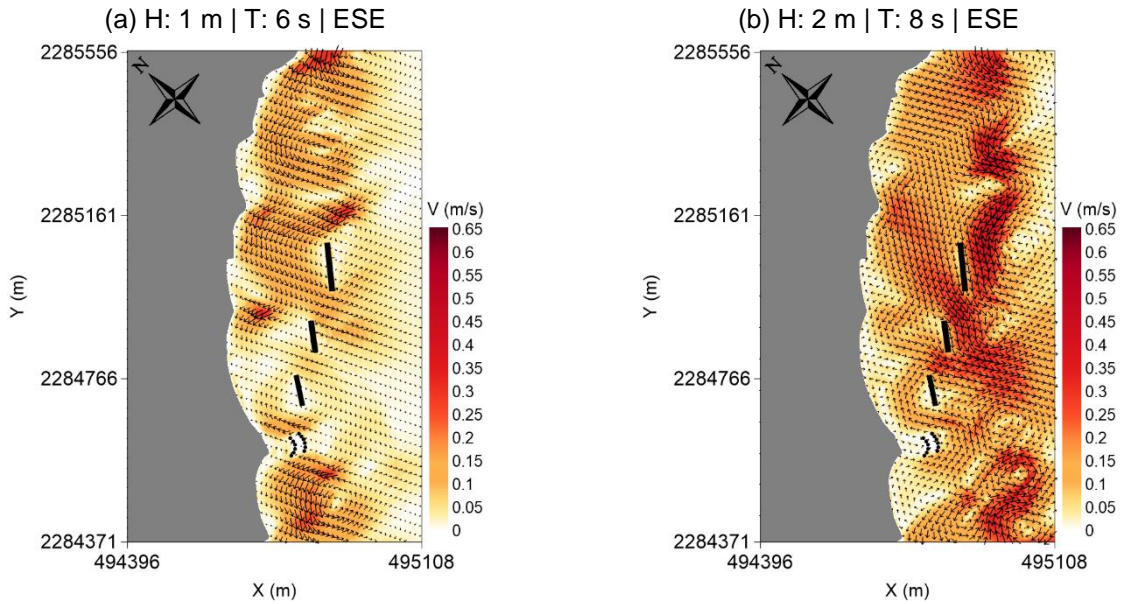
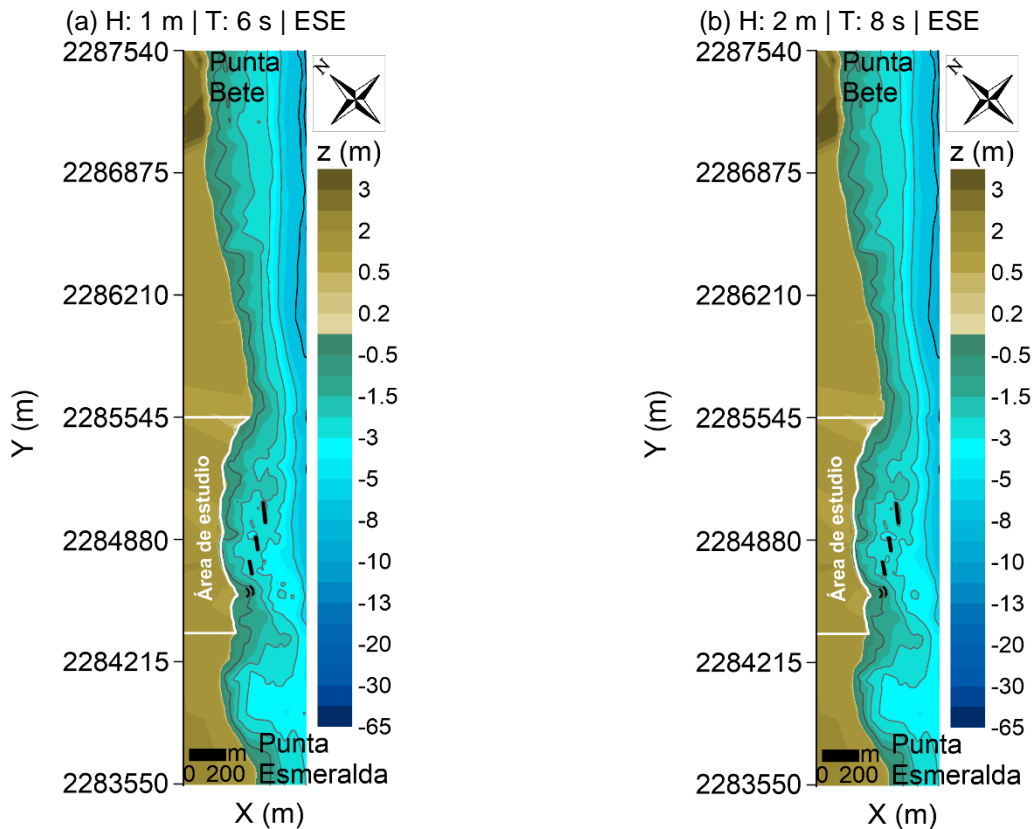


Figura 7. 23. Cota de elevación del terreno final, condiciones de oleaje de calma y tormenta en dirección ESE- FASE II: (a) oleaje de calma, en región del SAR; (b) oleaje de tormenta, en región del SAR; (c) oleaje de calma, en zona de Proyecto; (d) oleaje de tormenta, en zona de Proyecto.



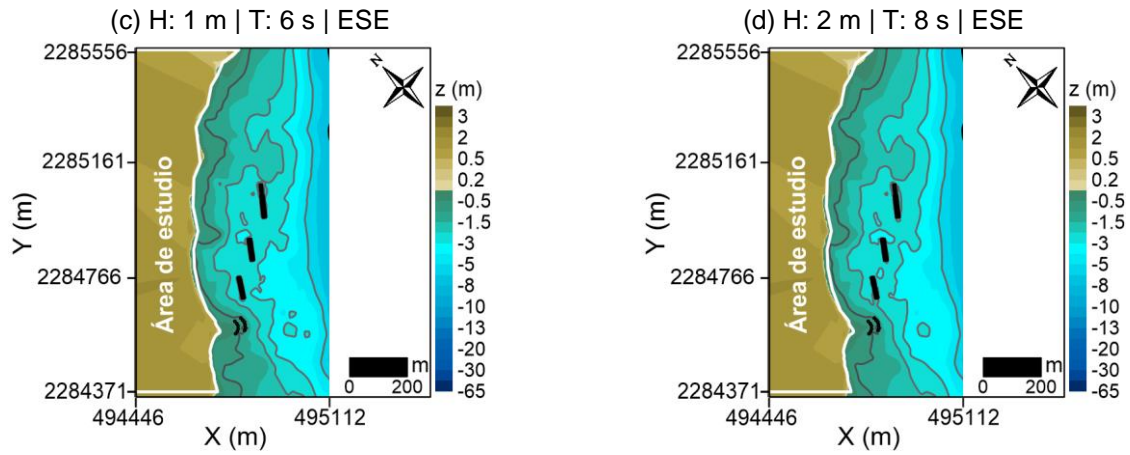
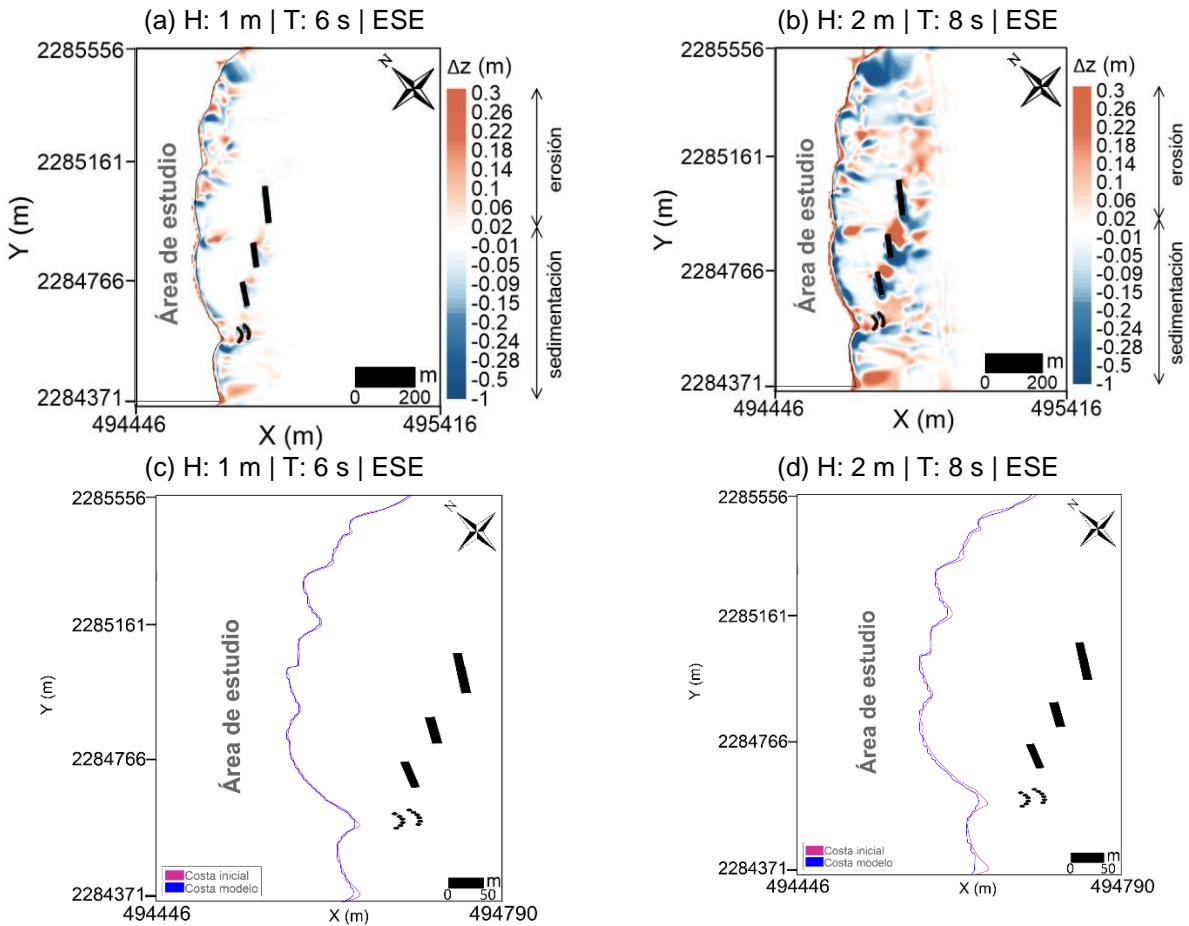


Figura 7. 24. Respuesta morfológica para escenario de oleaje de calma y de tormenta en dirección ESE- FASE 2: (a) variación de cota batimétrica- oleaje de calma; (b) variación de cota batimétrica- oleaje de tormenta; (c) línea de costa final (en azul) vs costa inicial (en rojo)- oleaje de calma; (d) línea de costa final (en azul) vs costa inicial (en rojo)- oleaje de tormenta.

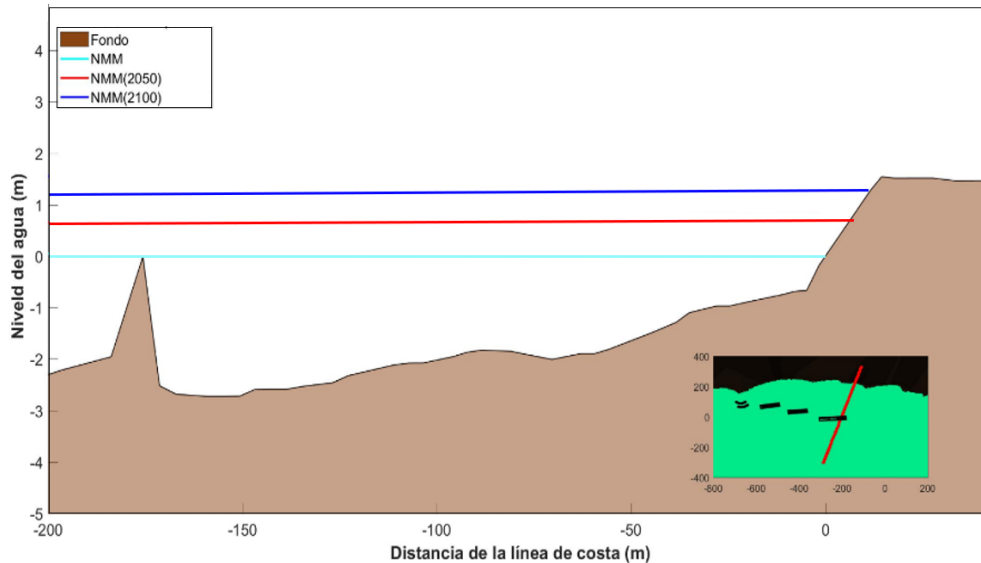


La protección que ofrece la ejecución de la Fase II del Proyecto es claramente notable por la generación de una zona de sombra en el trasdós de las estructuras (en color azul y morado en Figura 7. 21). Como consecuencia las corrientes de oleaje en esta región se debilitan (Figura 7. 22) dando como resultado un menor transporte de sedimentos, el cual se refleja en el cambio morfológico por un menor cambio de cota final del terreno (Figura 7. 23), la aparición de zonas de deposición de sedimentos (en azul en Figura 7. 24 a y b) o por una posición de línea de costa más estable (Figura 7. 24 c y d). Es importante destacar que la erosión que da como resultado el modelo numérico en la zona protegida por los disipadores está sobreestimada por la consideración de fondo arenoso, sin tener en cuenta la resistencia del material rocoso que la caracteriza.

7.7.2.1. Proyección Considerando los Efectos del Cambio Climático para el 2050 y 2100

Tecnoceano y el IIUNAM, llevaron a cabo un análisis de proyección considerando el aumento del nivel medio del mar (0.79 y 1.13 m sobre el nivel medio del mar actual) para el año 2050 y 2100, de acuerdo a la proyección de CLIMsystems, que considera procesos combinados de aumento local (absoluto) del nivel del mar y el movimiento vertical local de la tierra. Tomando en cuenta estos valores, se observa que el Proyecto se ve rebasado por los niveles de agua haciendo que la eficiencia de los rompeolas se reduzca considerablemente.

Figura 7. 25. Nivel del mar para el año 2100, 2050 y actual sobre una sección del Proyecto.



Así mismo fue analizado el oleaje esperado para el año 2050 y 2100 para evaluar que tanto dispararían el oleaje las estructuras de protección costera (rompeolas) en caso de tormenta y bajo lo que sería tentativamente, condiciones actuales (Figura 7. 26 y Figura 7. 27).

Figura 7. 26. Campo de oleaje para el año 2050 y 2100 considerando el Proyecto con oleaje de baja energía.

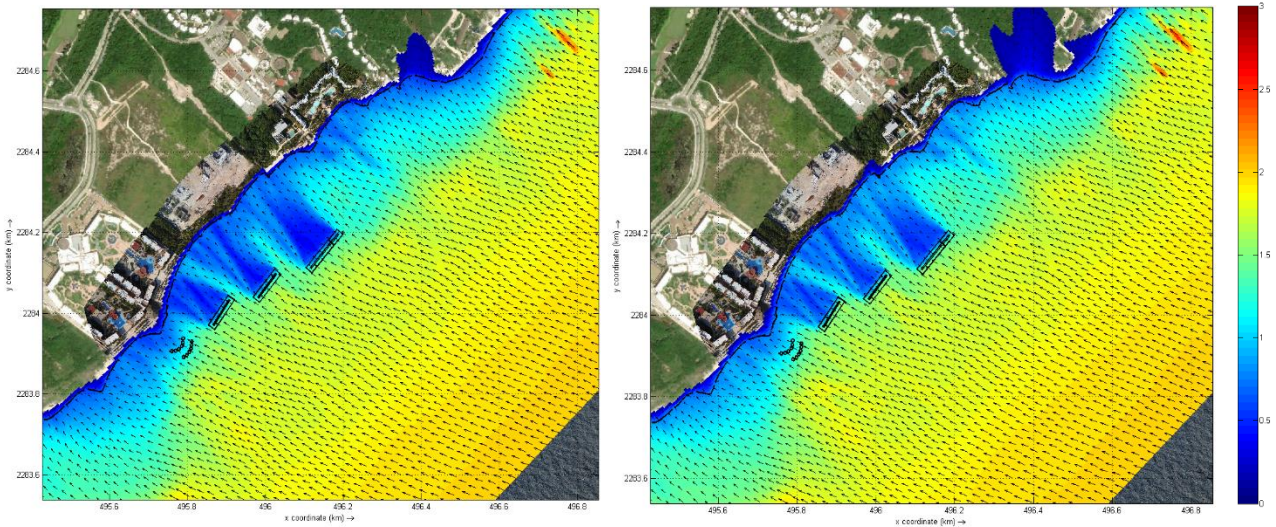
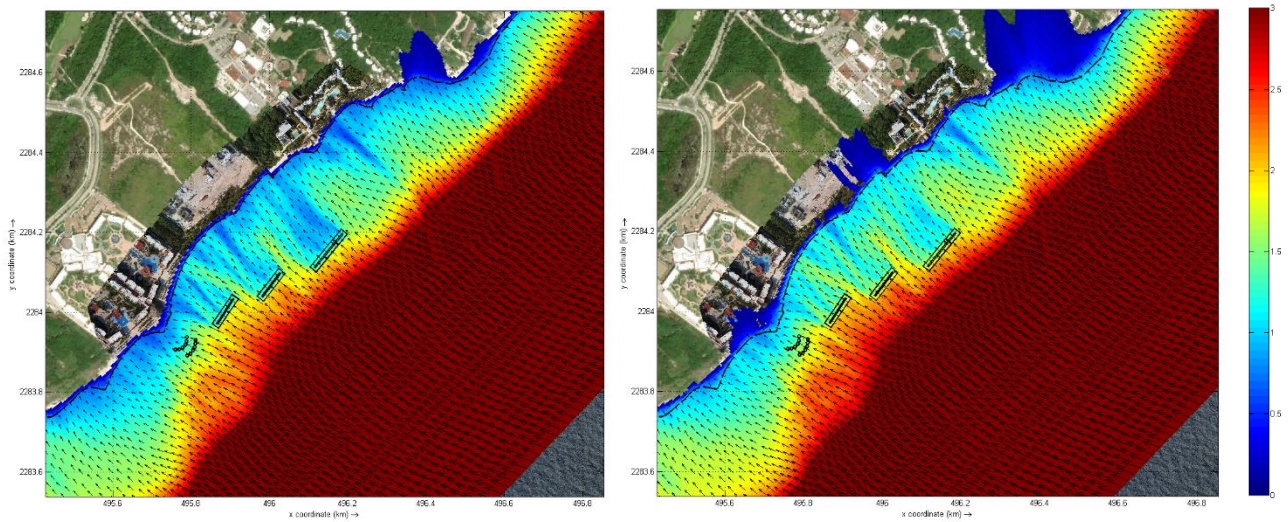


Figura 7. 27. Campo de oleaje para el año 2050 (izquierda) y 2100 (derecha) considerando el Proyecto con oleaje de tormenta normal.



Los resultados muestran como al aumentar el nivel del mar, se reduce la capacidad de disipar la energía del oleaje y su eficiencia es aún menor cuando el oleaje se vuelve más energético. En caso de no existir ninguna protección, el oleaje energético hace más sencillo la erosión de playa. Cabe recordar que los modelos numéricos son herramientas que ayudan a aproximar que sucederá en un futuro y su precisión dependerá de la cantidad de datos disponibles.

Para una mejor interpretación de escenarios en un futuro, es recomendable un programa de monitoreo en el que se coloquen instrumentos de medición (topografía, batimetría, oleaje, corriente y/o marea) para calibrar de mejor manera el modelo a lo largo de todas las estaciones del año. Considerando lo anterior, el Proyecto considera la implementación de un monitoreo de la dinámica costera, el cual forma parte de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (Capítulo 6).

7.7.3. Escenario Modificado con Proyecto sin Medidas de Mitigación

Si el Proyecto llegara a desarrollarse sin las medidas de mitigación necesarias se afectaría a la biota marina, ya que no se implementarían acciones de rescate de manera previa al inicio de obras, se correría el riesgo de dañar individuos de especies, lo que podría ocasionar la disminución de su abundancia.

La construcción de las obras de protección costera (rompeolas), la instalación de estructuras (arrecifes disipadores y hábitats artificiales), la extracción de sedimentos, el relleno de playa y la conformación de duna se realizarían sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar la dispersión de sedimentos en el mar, lo que podría afectar los ambientes marinos, deteriorando el hábitat utilizado por diversas especies.

El aprovechamiento de un banco marino, para la extracción de sedimentos, sin los estudios ambientales que sustenten su aprovechamiento y sin considerar criterios que determinen su factibilidad originaria afectaciones tanto a los ambientes marinos como a los organismos que en ellos habitan.

Durante todas las etapas del Proyecto se generarían residuos que sin un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua, que a su vez podrían contaminar la zona marina, provocando incluso la muerte de individuos de especies.

El uso de maquinaria en malas condiciones incrementaría los niveles de contaminación a la atmósfera y de ruido excesivo, ocasionando la afectación directa a la fauna y salud humana. De igual manera el uso de embarcaciones inadecuadas, podría ocasionar afectaciones a los ambientes marinos.

De no realizarse las obras de mantenimiento y resguardo de embarcaciones en muelles adecuados se incrementaría el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en suelo, agua y zona marina.

En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas en la zona marina, estas serían dispersadas en el agua, generando posible contaminación y muerte de organismos acuáticos.

El no realizar trabajos de limpieza general posterior a la finalización de las actividades podría generar un riesgo humano y para las embarcaciones, además podría causar contaminación marina.

El evitar la colocación de señalización marina en los rompeolas podría ocasionar accidentes marítimos, de las embarcaciones locales, afectando las actividades económicas del lugar.

El no realizar un programa de monitoreo de los ambientes marinos impediría identificar cambios críticos en la estructura y función de los ecosistemas incluidos en este programa, derivados de la implantación del Proyecto, y establecer de manera oportuna medidas preventivas, correctivas o de mitigación de impactos no previstos.

7.7.4. Escenario Modificado con Proyecto con Medidas de Mitigación

El Proyecto consiste en un conjunto de obras y actividades enmarcadas en un planteamiento integral de recuperación y estabilización a largo plazo del perfil costero frente al hotel Secrets Moxche. El planteamiento integral del Proyecto elegido con base al análisis de los resultados de los modelos realizados por los expertos está integrado de dos fases, cada una de ellas considera las siguientes obras y actividades:

Fase I

1. Obras de protección costera. Construcción de tres rompeolas de 75 m de largo, paralelos a la línea de costa.
2. Extracción y transporte de arena. Extracción de aproximadamente 28,660.84 m³ de arena, del banco marino MOX 1. Transporte de sedimentos al área de depósito mediante una draga de tolva.
3. Relleno de playa. Vertido de arena para recuperar la playa erosionada en una longitud aproximada de 300 m, forestación con vegetación dunar e instalación de captadores pasivos de arena.
4. Hábitats artificiales. Instalación de estructuras promotoras de arrecife (nuevos hábitats), vivero de coral y sembrado de corales, así como la realización de actividades recreativas por parte de los huéspedes del hotel Secrets Moxche.

Fase II

1. Ampliación de la obra de protección costera identificada como rompeolas R1. Extensión del rompeolas R1 35 m hacia el noreste.
2. Arrecifes disipadores. Instalación de elementos precolados sólidos o con cierta porosidad, de tipo WAD (Wave Attenuation Device) o reef ball o similar.
3. Consolidación y estructuración de duna: Construcción de una duna de arena artificial no estructurada.

La Fase II del Proyecto será implementada en caso de demostrar que la playa continuaría sufriendo de oleaje energético y constante erosión.

De acuerdo al análisis mediante modelos numéricos realizados por el IIUNAM y Tecnoceano, al Proyecto, este no generará afectación al SAR, ni sobre los predios adyacentes ya que los efectos según los resultados de los modelos se verán reflejados únicamente sobre el Proyecto. Además, este contará con la efectividad para la que fue diseñado: reducir la energía del oleaje, estabilizar los sedimentos, reducir la erosión de costa, mantener una playa más estable y en caso de tormenta, evitar que los sedimentos escapen hacia aguas profundas siendo contenidos entre la costa y las estructuras de protección (Figura 7. 28, Figura 7. 29, Figura 7. 30 y Figura 7. 31).

Figura 7. 28. Campo de oleaje de tormenta considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el Proyecto y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase 1.

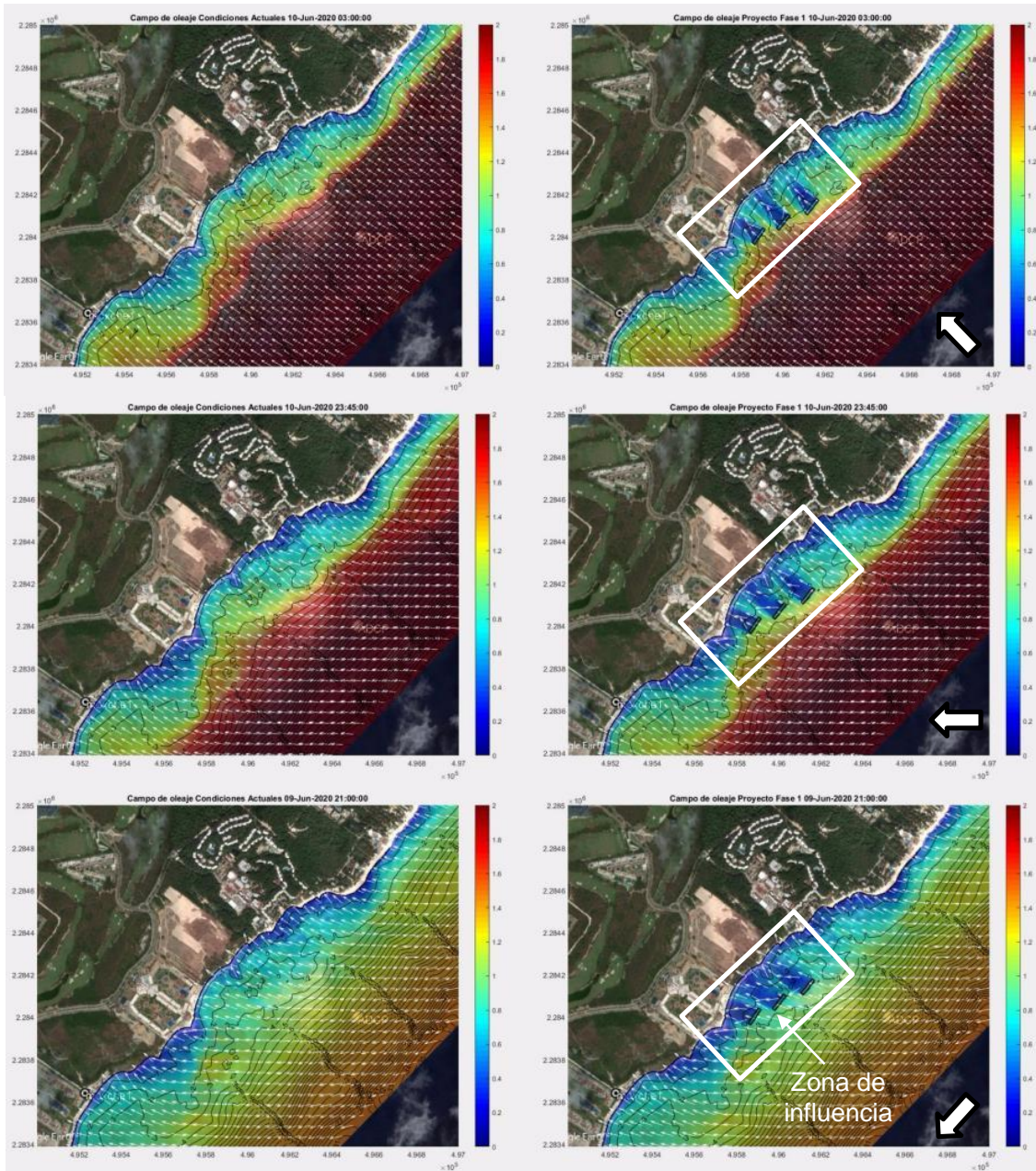


Figura 7. 29. Campo de oleaje de tormenta considerando un ángulo incidente del norte (inferior), franco (centro) y del sureste (superior) en el Proyecto y alrededores considerando (derecha) y excluyendo (izquierda) la construcción del Proyecto en su Fase 2.

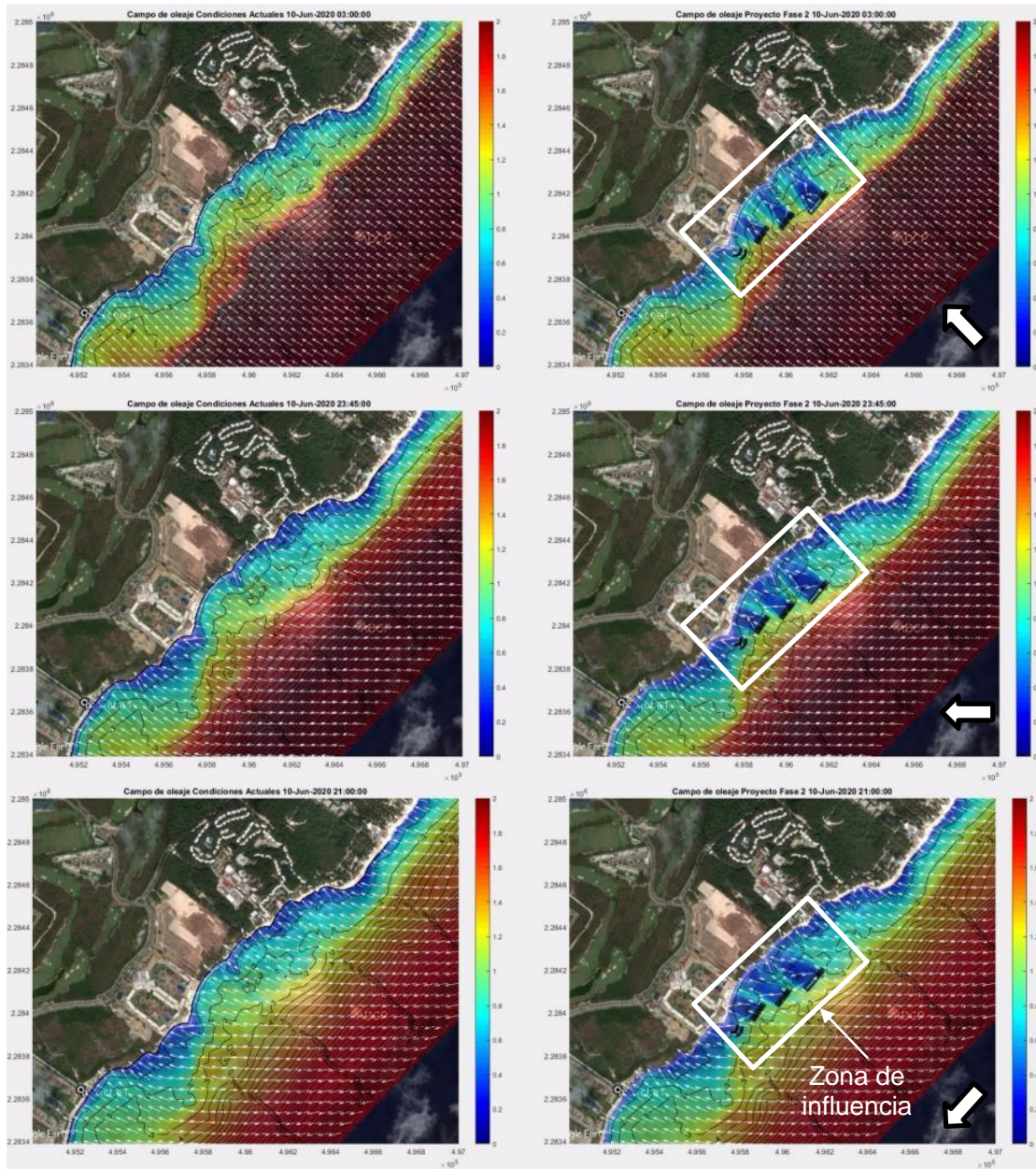


Figura 7. 30. Campos de erosión (colores azules) y acumulación (colores rojos) de la capa de sedimentos considerando la costa actual (izquierda) y con la presencia del Proyecto en su Fase 1 (derecha) en un ciclo anual típico (superior) y atípico(inferior).

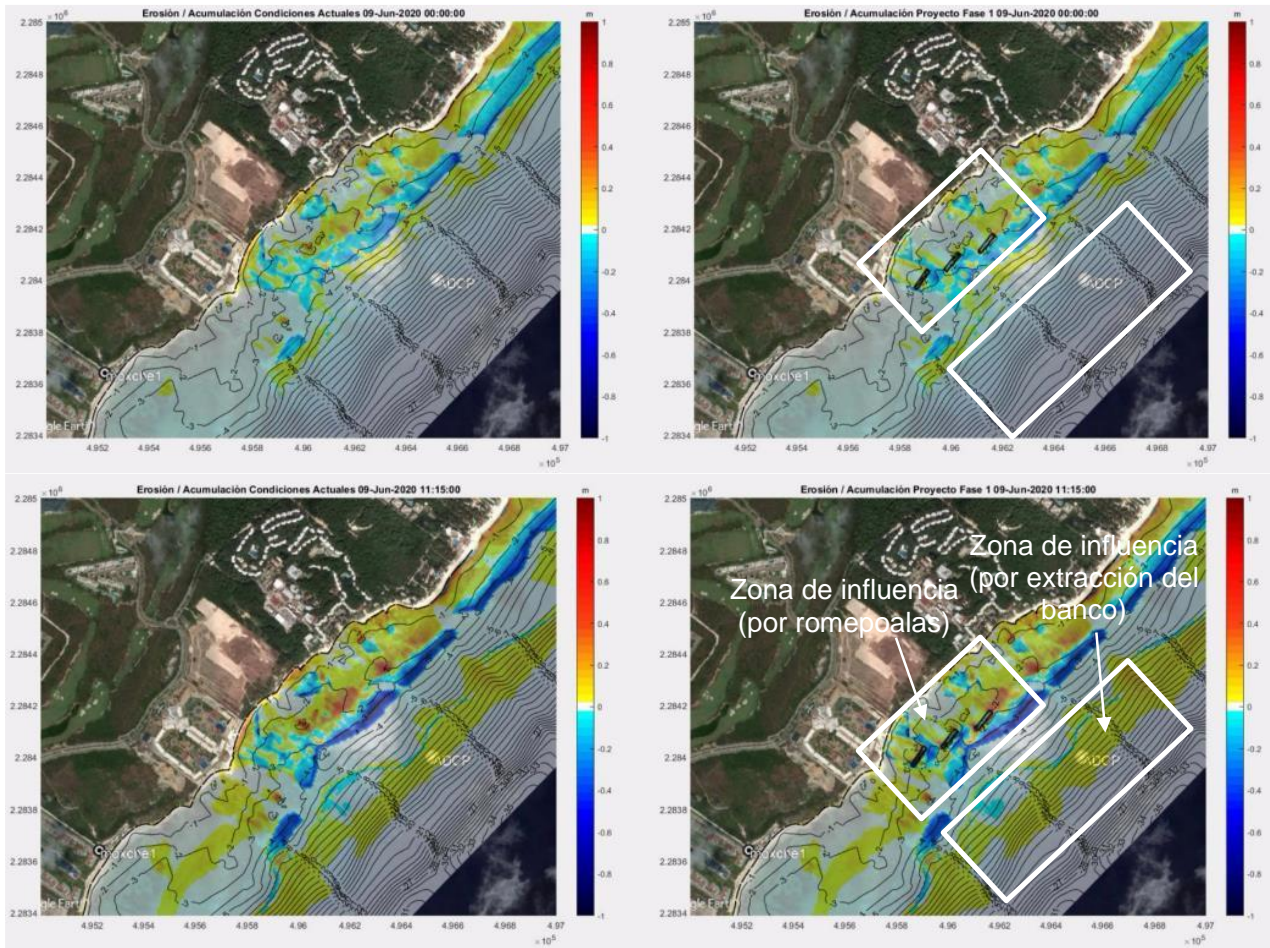
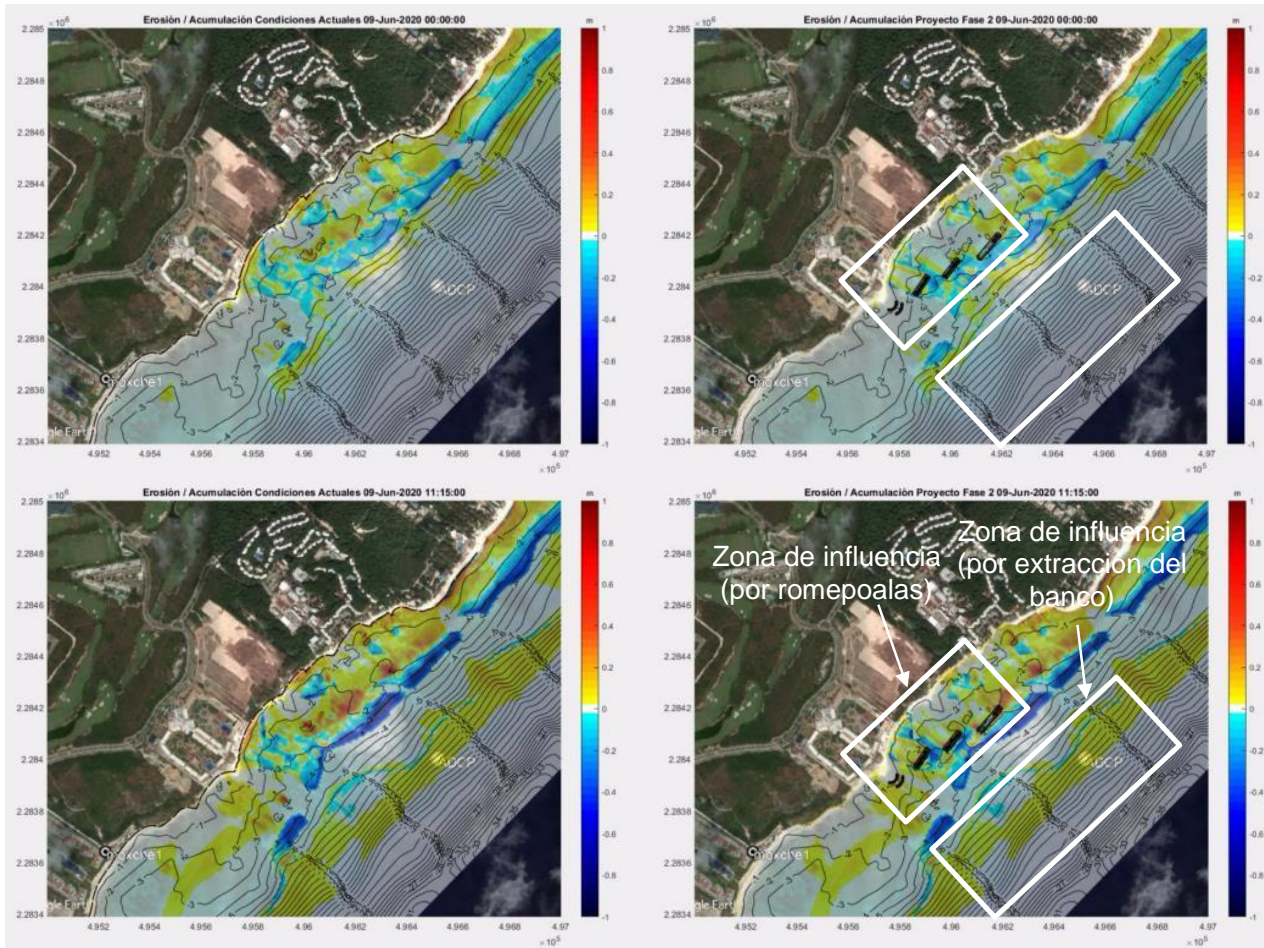


Figura 7. 31. Campos de erosión (colores azules) y acumulación (colores rojos) de la capa de sedimentos considerando la costa actual (izquierda) y con la presencia del proyecto Fase 2 (derecha) en un ciclo anual típico (superior) y atípico(inferior).



En su Fase I el Proyecto se desarrollará en una superficie de 12,051.01 m² en la zona costero marina frente al hotel Secrets Moxche, una superficie marina de 12,670 m² destinada a las obras de protección costera (rompeolas) e instalación de hábitats artificiales y 149,038.04 m² correspondientes al banco de arena que el Proyecto utilizará de forma temporal, para la extracción de material. El ambiente marino en el que se ubica el banco de arena corresponde a Arenal profundo y Arenal somero, y en menor medida a Laja con algas. La construcción de rompeolas y hábitats artificiales se llevará a cabo en los ambientes marinos de Arenal somero, Laja con algas, Laja con sedimentos y algas y Laja rugosa con algas.

En su Fase II el Proyecto se desarrollará en una superficie marina de 4714.07 m² destinada a la extensión de rompeolas R1 y la instalación de arrecifes disipadores. Estas estructuras incidirán en los ambientes marinos Arenal somero, Laja con sedimentos y algas, Laja con algas y Laja rugosa con algas.

Todas las obras y actividades del Proyecto se encuentran vinculadas a un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (Capítulo 6), el cual es un instrumento de autocontrol que será implementado por el Proyecto, para el adecuado desarrollo de las mismas, y que considera como eje rector principal la legislación ambiental aplicable en todos los niveles de gobierno.

De acuerdo a lo anterior todas las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas siguientes: NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; NOM-045-SEMARNAT-1996 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan Diesel como combustible; NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores.

El mantenimiento y reparación de la maquinaria a utilizar se realizará fuera del área del Proyecto, en sitios que cuenten con las características necesarias para evitar la contaminación del suelo. Y se verificará que la maquinaria funcione en óptimas condiciones.

En la generación de residuos sólidos se implementarán acciones para su manejo adecuado, mediante la disposición de contenedores y señalamiento, para evitar la posible contaminación de suelo y agua.

En el área marina, como medida preventiva y para reducir el riesgo de contaminación ante un derrame de hidrocarburos en el sitio, todas las embarcaciones involucradas contarán con equipo antiderrames de hidrocarburos, para la atención adecuada ante una contingencia de este tipo. Además, se contará con la preparación y el procedimiento adecuados para proceder en tal caso.

Para evitar el impacto por la generación de turbidez derivada de la instalación de estructuras en el área marina y la recuperación de la playa, se utilizarán cortinas antidispersión de sedimentos que tendrán flotadores en la superficie y lastre en el fondo para extenderlas y retener los sedimentos.

De manera previa a las actividades que se proponen, se implementará el rescate y reubicación de la biota marina, mediante el cual se recuperarán los ejemplares de organismos marinos, que se encuentren en las áreas de influencia directa del Proyecto, incluyendo el banco de arena y con especial énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De igual manera se instalará un vivero de coral y estructuras promotoras de arrecifes con sembrado de corales, que proveerán de hábitat a otras especies marinas y aumentarán la riqueza y diversidad de biota marina en el sitio.

El escenario con la implementación del Proyecto y medidas de mitigación será el de una playa recuperada y estabilizada a largo plazo, que brinda protección a la costa y permite que haya una alimentación natural de arena, que consigue restablecer la funcionalidad del ecosistema y recuperar el valor paisajístico y turístico frente al hotel Secrets Moxche.

7.8. Programa de Supervisión Ambiental

El Proyecto desde su concepción ha pasado por un delicado proceso de planificación ambiental, sin embargo, tal como se desarrolló en el Capítulo 5, es inevitable la generación de impactos ambientales. Con la finalidad de mitigarlos, se plantea la ejecución del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental del Proyecto (SMGA), desarrollado en el Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental, el cual tiene como objetivo central la definición y aplicación de estrategias de manejo en las diferentes etapas de su implementación, mediante acciones que permitan la mitigación, prevención, reducción compensación integral de los impactos ambientales que serán producidos por el Proyecto en el SAR, en caso de ser autorizado.

Uno de los componentes fundamentales del SMGA es el Programa de Supervisión Ambiental (SA) (ver Capítulo 6), que para efectos del presente manifiesto es totalmente equivalente al Programa de Vigilancia Ambiental requerido por la H. Autoridad Ambiental. Tal y como se desarrolla en el Capítulo 6, el SA, tiene como misión central, orientar, integrar y coordinar el cumplimiento estricto de todas y cada una de las obligaciones ambientales del Proyecto en todas las etapas de su implementación en caso de ser autorizado, como son:

- a. Las medidas de mitigación que se comprometen en la presente manifestación de impacto ambiental (ver Capítulo 6).
- b. La legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicable al Proyecto (ver Capítulo 3).
- c. Los términos y condicionantes que deriven de la posible autorización ambiental del Proyecto por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Adicionalmente el SA contemplará un programa de mejora continua, el cual se encargará del mejoramiento continuo de la calidad ambiental de acuerdo a los avances del Proyecto mediante la búsqueda de buenas prácticas, ecotecnologías, ajustes del Proyecto y procedimientos, entre otros. Además, permite que las medidas del SMGA se adapten a las condiciones cambiantes tanto del Proyecto como del medio en el que se inserta, ya sea en términos naturales, jurídicos o socioeconómicos. Por lo anterior, cada una de las medidas propuestas atraviesa por cuatro fases: primero la gestión, en donde se define; después la implementación, cuando se pone en práctica; posteriormente la supervisión, cuando se verifica su cumplimiento y por último la evaluación, donde se determina si es necesario modificarla para hacerla más efectiva.

Para dar cumplimiento a las obligaciones ambientales de dicho programa y la ejecución del SMGA, el promovente contará con la participación de un grupo técnico de supervisión, manejo y vigilancia ambiental y de un grupo de apoyo para los trabajos de campo cuyo número será definido según las necesidades y avance de implementación de las diferentes fases de desarrollo del Proyecto.

7.8.1. Programa de Monitoreo Ambiental

Como parte del SMGA y bajo la responsabilidad de un grupo de supervisión ambiental, también se considera la implementación del Programa de Monitoreo Ambiental (MA). Este programa considera la evaluación de los recursos y ecosistemas críticos, a través de indicadores de calidad ambiental para la biota marina, dinámica costera y duna costera, que permitan analizar la efectividad de las medidas de mitigación planteadas por el Proyecto e identificar de manera oportuna impactos ambientales no previstos, para de esta manera evaluar y definir la mejor corrección al impacto identificado. Los objetivos globales del MA, así como de las medidas pueden ser verificados a detalle en el apartado Capítulo 6 de la presente manifestación de impacto ambiental.

7.9. Conclusiones

Considerando todo lo desarrollado y plasmado en el presente manifiesto y el proceso de diseño y planificación ambiental elaborado para el Proyecto, así como también el compromiso de la empresa Promovente para implementar el SMGA planteado, de ser aprobado el Proyecto por la H. Autoridad Ambiental (SEMARNAT), es posible concluir que el Proyecto es viable desde los puntos de vista ecológico, técnico, legal-normativo, social y económico toda vez que:

- Desde la planificación del Proyecto se identificaron impactos ambientales que fueron reducidos en esta etapa. El desarrollo de las diferentes etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento) implica la generación de impactos ambientales negativos poco significativos y pocos efectos acumulativos y sinérgicos con las actividades y proyectos vecinos (Capítulo 5), por lo que, desde el punto de vista ambiental es viable.
- El Proyecto considera importantes beneficios sociales y económicos a nivel local y regional durante su construcción y operación, en términos de generación de empleos directos e indirectos, la captación de turistas y derrama de beneficios económicos para el municipio de Solidaridad y el estado de Quintana Roo. De esta manera se establece el firme compromiso entre el desarrollo turístico y el desarrollo socioeconómico de la zona.
- El Proyecto considera que, con la implementación de las medidas de mitigación y la elección del adecuado diseño basado en los análisis de modelación numérica, se evitará y reducirá al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar su desarrollo.
- De igual manera, se espera que las mismas medidas contribuyan a la reducción regional de los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos que serán generados por: a) los proyectos y actividades actualmente construidas y operando, b) la construcción y operación del Proyecto y c) la construcción y operación del resto de proyectos que pudieran ser implementados a futuro.
- De acuerdo a los estudios de caracterización ambiental marina, el Proyecto determinó las áreas con factibilidad para la construcción e instalación de estructuras y el aprovechamiento para la extracción de sedimentos, minimizando tanto el impacto en comunidades como en ambientes.
- El diseño y los procesos constructivos y operativos planteados para el Proyecto, dan estricto cumplimiento a la normatividad y legislación aplicable.
- Si bien el Proyecto, respecto a la actividad de extracción de sedimentos, incide ambientalmente sobre el área natural protegida (ANP) Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, éste da cumplimiento a lo establecido en el Decreto de esta ANP, así como su respectivo programa de manejo (Capítulo 3).
- El Proyecto compromete la implementación de un SMGA, como el instrumento de manejo y gestión de la empresa promotora, para garantizar el cumplimiento estricto de los programas ambientales de manejo que se plantean en el Capítulo 6 y la normatividad aplicable (Capítulo 3).

- Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto a que la presente manifestación de impacto ambiental y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada, evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.
- El enfoque del Proyecto concibe, en mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL

Protección y Restauración Costera del
Desarrollo Turístico Secrets Moxche



CONTENIDO

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ..2	
8.1. Introducción.....2	2
8.2. Cartografía2	2
8.2.1. Planos Georreferenciados2	2
8.2.2. Planos Arquitectónicos.....2	2
8.2.3. Imágenes Satelitales2	2
8.2.4. Estimación de las Emisiones de CO ₂3	3
8.2.5. Estudios Hidrográficos3	3
8.2.5.1. Batimetría3	3
8.2.5.2. Volumen de arena, granulometría y sedimentos7	7
8.2.6. Caracterización de la Biota Marina9	9
8.2.6.1. Mapa de Ambientes9	9
8.2.6.2. Caracterización de la biota marina 10	10
8.2.6.3. Caracterización de la Biota Marina en el Banco de Arena 15	15
8.2.6.4. Zonificación para la Conservación 16	16
8.2.7. Paisaje..... 20	20
8.2.8. Evaluación de los Impactos Ambientales 24	24
8.3. Conclusión..... 27	27
8.4. Anexos documentales..... 28	28
8.5. Anexos cartográficos..... 28	28
8.6. Bibliografía 29	29

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

8.1. Introducción

La fracción VIII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, en atención a esta disposición, en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del Proyecto.

8.2. Cartografía

8.2.1. Planos Georreferenciados

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran esta manifestación de impacto ambiental, se utilizaron los programas X; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (*Universal Transversal de Mercator*), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, norte, que corresponde a la República Mexicana.

La información utilizada en la elaboración de la cartografía procedió de diferentes fuentes bibliográficas, entre las que se encuentran el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, etc. Los planos que acompañan a cada capítulo pueden consultarse de forma simplificada en el anexo cartográfico que acompaña a este manifiesto.

8.2.2. Planos Arquitectónicos

Los planos arquitectónicos que ilustran la composición estructural del Proyecto, presentados en el Capítulo 2 de esta manifestación de impacto ambiental, fueron realizados con el programa AutoCAD.

8.2.3. Imágenes Satelitales

Las imágenes satelitales presentadas en los diversos capítulos de esta manifestación de impacto ambiental fueron obtenidas de la plataforma Google Earth, con coordenadas proyectadas en unidades UTM (*Universal Transversal de Mercator*), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, norte, que corresponde a la República Mexicana.

8.2.4. Estimación de las Emisiones de CO₂

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO₂ equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación y construcción, se aplicó la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que Establece las Particularidades Técnicas y las Fórmulas para la Aplicación de Metodologías para el Cálculo de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Dónde:

E_{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
E_{CH4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E_{N2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m ³]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m ³]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Artículo 6to., Fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 8. 1.

Tabla 8. 1. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

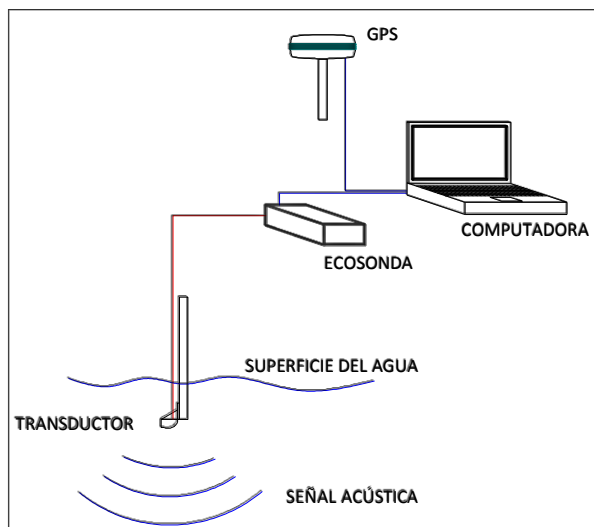
Combustible	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)
Diesel	7.41 E-05	3.00 E-06	6.00 E-07
Gasolina y naftas	6.93 E-05	3.00 E-06	6.00 E-7

8.2.5. Estudios Hidrográficos

8.2.5.1. Batimetría

El método que se siguió para realizar el levantamiento batimétrico se auxilia de un programa de hidrografía (Hypack) cargado en una computadora portátil de uso rudo intemperizada conectada a un GPS Diferencial (Sistema de Posicionamiento Global), así mismo se conecta una ecosonda con un sensor introducido de 15 a 25 cm en el agua, el cual emite una onda sonora y recibe un eco después de que la onda de sonido rebota en el fondo del mar (Figura 8. 1).

Figura 8. 1. Diagrama de conexiones del equipo para levantamiento batimétrico.



Todo el equipo se monta en una embarcación de bajo calado capaz de navegar en aguas someras. La ecosonda mide la profundidad en un punto, y el GPS registra las coordenadas de dicho punto, de esta manera mientras la embarcación avanza se toman lecturas continuas de profundidad con sus respectivas coordenadas, generando una base de datos que puede ser interpretada en 2 o 3 dimensiones. La frecuencia de muestreo del software y equipo se presentan en la Tabla 8. 2. La batimetría se complementó con la topografía del terreno y elevaciones de rasgos importantes en la costa, con equipo RTK (*Real Time Kinematic* o Lectura en Tiempo Real).

Tabla 8. 2. Características de medición según el equipo.

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

El Elipsoide (Datum) y proyección utilizados para la zona de estudio se presentan en la Tabla 8. 3.

Tabla 8. 3. Características geodésicas.

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

Las mareas utilizadas para este estudio se obtuvieron de los datos corregidos al nivel de marea media con los datos del predictor de mareas del Departamento de Oceanografía Física del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada)¹ y con apoyo del mareómetro.

¹ Centro de Investigaciones Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Calendario de mareas en México. Obtenido de: www.cicese.edu.mx.

Los datos de la topobatimetría se refirieron de acuerdo al banco de nivel TM-1 (Tabla 8. 4), el procedimiento consistió en colocar una antena de GPS de alta precisión en un tripié estático por al menos tres horas para hacer una recolección de datos, el archivo generado fue procesado para ligarlo a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). La elevación se obtuvo con mediciones directas de la superficie del mar a marea alta y baja. El postproceso se realizó con el software *Magnet tools*, utilizando el Datum WGS 84 y el geoid EGM 96.

Tabla 8. 4. Coordenada base y coordenada de control.

Nombre del banco	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)	Elevación NMM (m)
TM-1	495908.070	2284257.021	1.57

NMM = Nivel medio del mar.

Para el levantamiento general se trazaron líneas perpendiculares a la línea de costa con una extensión de 300 m en promedio, con una separación entre ellas de 20 m, abarcando 6,000 m de frente de costa. Para el levantamiento detallado de la zona de playa frente al hotel Secrets Moxche, se trazaron líneas perpendiculares con una longitud de 500 m desde la playa y 20 m de separación entre ellas, a lo largo de 700m (Figura 8. 2).

Figura 8. 2. Líneas auxiliares del levantamiento batimétrico.



Utilizando una cinta métrica y un peso muerto se verifica que la profundidad leída sea la real (procedimiento conocido como “bar check”). Al desplegar la información recolectada en campo con la correlación de las mareas se puede visualizar gráfica y numéricamente las profundidades, así como el recorrido de la embarcación en un pequeño plano. La gráfica muestra las planicies, bordes y depresiones en el fondo.

Teniendo el archivo editado del área se pudo obtener el Sort de esta zona, es decir la depuración de datos. El proceso para obtener el Sort consistió en indicar un radio de análisis al programa, el programa realizó un promedio de las lecturas y asignó un valor al punto establecido para trazar el radio deseado. El valor del radio se asignó de acuerdo a las condiciones en que se realizó el levantamiento, el tamaño del área de estudio y la experiencia en el manejo del programa.

El archivo Sort se empleó para obtener productos finales como modelos en tercera dimensión (Figura 8. 3), contornos o isobatas con líneas batimétricas (Figura 8. 4) que se pueden procesar rápidamente con la computadora y que pueden ser exportados a programas CAD o analizarlos en pantalla, con ayuda del zoom y la rotación modelo.

Figura 8. 3. Modelo 3D aumentado cinco veces para observar mejor la variación en el relieve topobatimétrico.

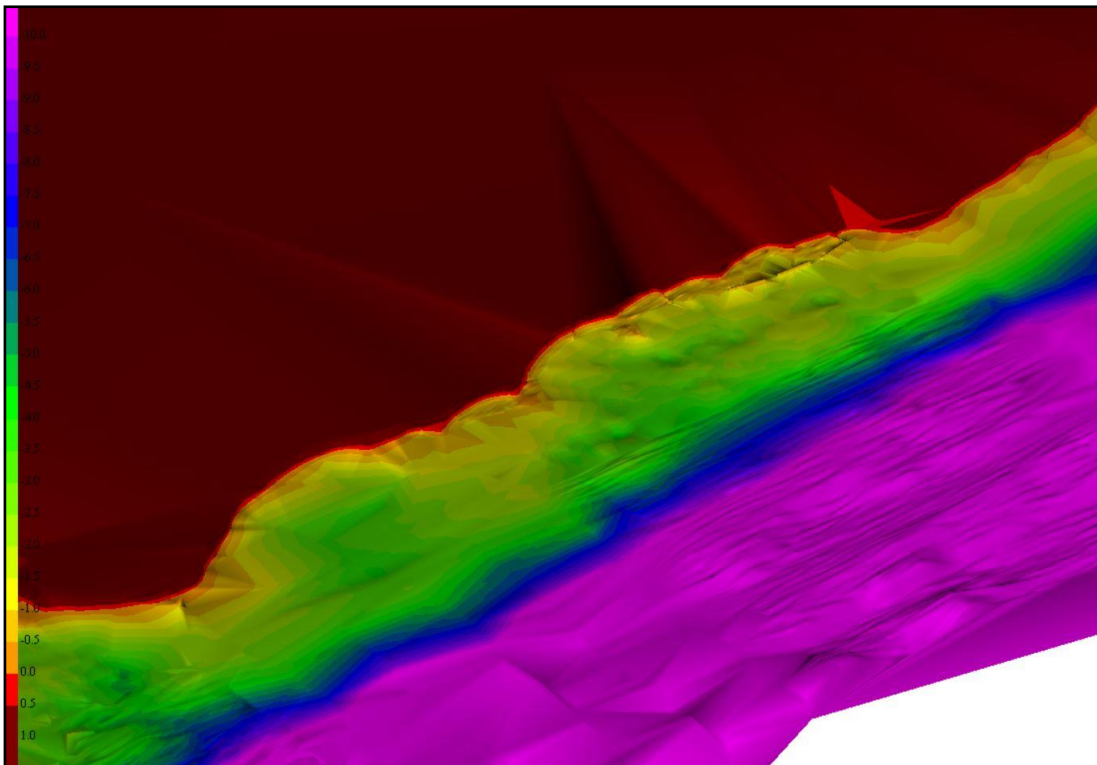
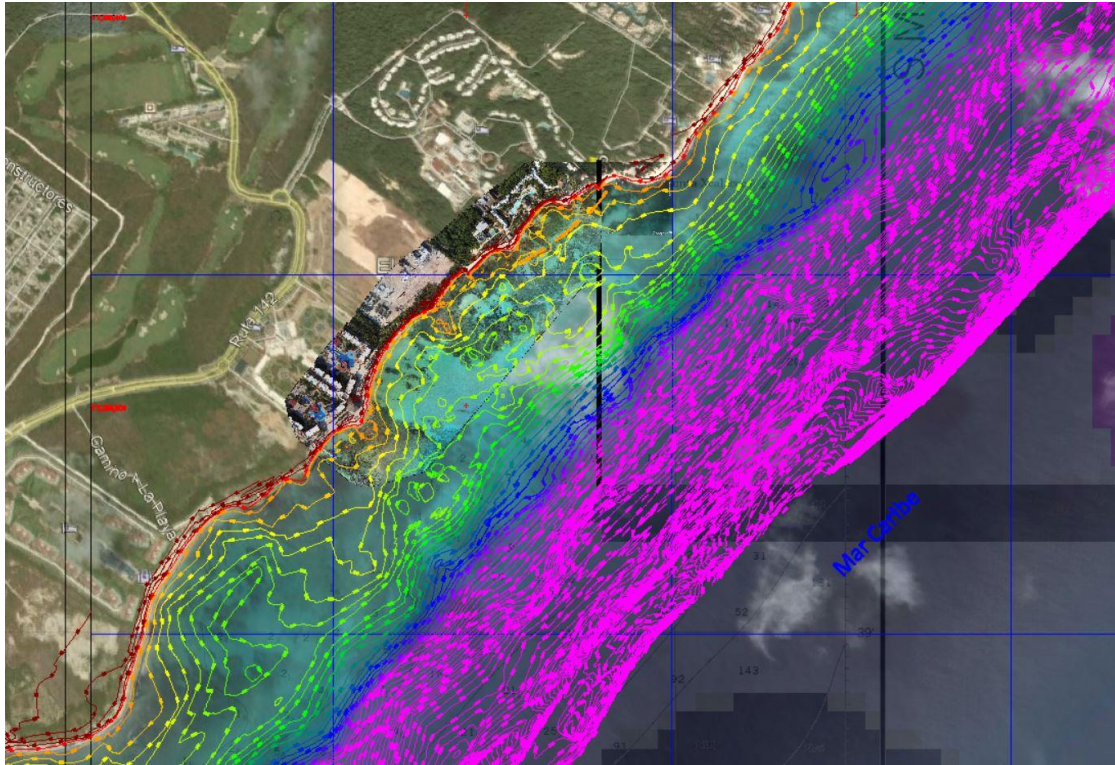


Figura 8. 4. Plano con isobatas.



8.2.5.2. Volumen de arena, granulometría y sedimentos

El análisis correspondiente para estimar el volumen de arena contenido en el banco marino MOX 1, se realizó mediante buceos de exploración y el uso de un perfilador de estratos. El equipo utilizado fue montado en una embarcación, con la que se siguieron transectos previamente definidos mediante el software de hidrografía Hypack, y mediante el software Stratatabox, que interpreta la señal acústica, se midió el grosor del banco de arena. Posteriormente mediante un postproceso a la información obtenida se pudo conformar un volumen mediante interpolación.

Así mismo se realizaron buceos de exploración sobre el banco marino utilizando un tubo de cobre de metro y medio de largo conectado a una válvula y una manguera neumática conectados a su vez a la salida de baja presión del equipo de buceo autónomo, de manera que se clava el tubo en la arena y al accionar la válvula el aire liberado abre paso al tubo y así es posible penetrar la arena hasta la roca, al golpear la roca se mide el grosor de arena y se anota en una tablilla de acrílico (Figura 8. 5).

Figura 8. 5. Exploración de grosor de estrato.



Para obtener las características físicas del sedimento de la playa en el predio del desarrollo, se obtuvieron muestras de la playa seca y núcleos en bancos cercanos para ver la factibilidad de explotación. La obtención de las muestras de sedimentos con recuperación de núcleo consiste en hincar tubos de PVC de 2" cédula 40 de 1.5 m de largo en la arena, colocar una tapa en el extremo libre, sacar el tubo con la arena en su interior y posteriormente en el laboratorio cortar el tubo y tomar la muestra representativa de arena, o en su caso tomar dos muestras una superficial y una de la parte más profunda del banco de arena (Figura 8. 6).

Figura 8. 6. Recolección de muestras de área en el Desarrollo Turístico Secrets Moxche y núcleos del banco cercano. Playa seca (derecha) núcleos de banco de arena (izquierda).



A las muestras obtenidas se les realizó un análisis granulométrico para saber las características de la arena para propósitos de textura y su uso apropiado para el relleno y recuperación de playas. El procedimiento que se siguió se basa en las normas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: M-PRY-PUE-1-07-003-06 (Caracterización Mineralógica y Granulometría de los Sedimentos), M-MMP-1-06-03 (Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías), M-MMP-1-08-03 (Masas Volumétricas y Coeficientes de Variación Volumétrica).

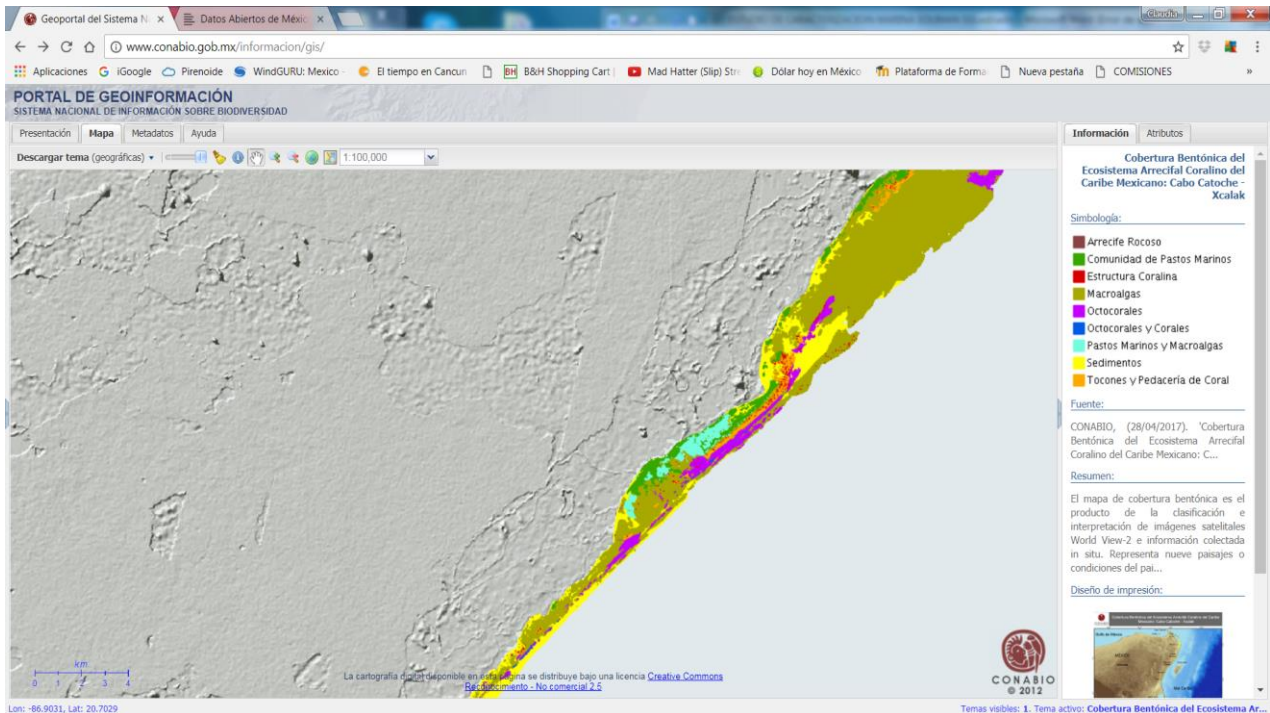
El principio de este análisis es separar la muestra por tamaño de partícula por medio de varias mallas con diferentes aberturas. Se coloca la muestra y se agita para hacer pasar el sedimento en cada una de las rejillas, una vez terminado esto se pesa el sedimento que queda en cada rejilla, y se calcula el porcentaje de peso de la muestra, de esta manera se puede clasificar el tipo de arena por su distribución en peso como en función del tamaño de partícula. Cada núcleo obtenido fue separado en dos estratos (fondo y superficie), de esta manera se realizaron cuatro estudios de granulometría.

8.2.6. Caracterización de la Biota Marina

8.2.6.1. Mapa de Ambientes

Para definir los principales tipos de ambientes se realizó un análisis de fotografía aérea y del mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano, publicado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 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 8. 7).

Figura 8. 7. Mapa de cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino en el portal de la CONABIO².



Con esta información de base se realizó una prospección subacuática para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente. Para ello se llevaron a cabo 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 sistema ambiental regional (SAR), y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina.

8.2.6.2. Caracterización de la biota marina

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad de organismos arrecifales que se encuentran presentes en el área de estudio, a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de los siguientes grupos taxonómicos:

² Cerdeira-Estrada, S., M.I. Martínez-Clorio, L.O. Rosique-De La Cruz, M. Kolb, A.M. Gonzales-Posada, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, J.R. Garza-Pérez, L. Alvarez-Filip, M.I. Cruz-López, R. Ressler, (28/06/2018). Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018, escala: 1:8000. edición: 2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México. Obtenido de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

- Escleractinios (corales duros).
- Gorgonáceos (corales blandos).
- Ictiofauna (peces arrecifales).
- Vegetación marina (Macroalgas y pastos marinos).
- Invertebrados (anélidos, anémonas, coralimorfos, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y zoántidos).

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.

Para el estudio se consideraron 3 diferentes polígonos: Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de estudio (AE) y Banco de arena (BA). Cada sección presenta diferentes tipos de ambientes y un número de transectos muestreados en cada uno, en función de la amplitud y heterogeneidad de cada ambiente.

- Sistema Ambiental Regional (SAR): Este polígono abarca una distancia lineal de 4.25 km de frente de playa, y una superficie de 297.06 ha. El límite este del polígono en la parte marina profunda está delimitado por la isobata de los 20 metros.
- Área de Estudio (AE): Es un polígono contiguo al predio del proyecto Desarrollo Turístico Secrets Moxche que se puede considerar como la zona de influencia directa del proyecto. Cuenta con una superficie de 28.91 ha, tiene una longitud de 1.05 km y se proyecta 300 m hacia el mar, entre las isobatas de -1.5m y -4.5m.
- Banco de Arena (BA): Se delimitó un polígono preliminar con superficie de 11.13 ha (XX ha111,298 m²) con el objetivo de identificar el tipo de ambiente existente, el tipo de sustrato y, de ser el caso, la comunidad bentónica presente. A partir de los resultados obtenidos de su caracterización se definió un banco marino factible para el aprovechamiento de extracción de sedimentos.

El presente estudio contempla los datos obtenidos para un total de 92 transectos de muestreo: 59 para el polígono del SAR, 20 para el AE y 13 para el BA.

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, de acuerdo a los criterios presentados en la Tabla 8. 5.

Tabla 8. 5. Técnicas de muestreo aplicadas por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el área de estudio.

Grupo taxonómico	Técnica de muestreo
Corales escleractinios	Se estimó el tamaño de las colonias que se encontraron debajo del transecto, y se registró la especie y su condición de salud.
Gorgonáceos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la categoría de edad de cada individuo.
Ictiofauna	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto, registrando también la talla de cada individuo.
Vegetación marina (pastos marinos y algas)	Se colocaron cuadrantes de 25 cm ² divididos en cuadros de 5x5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5x5 cm ocupados por cada especie.
Invertebrados marinos	Se registró el número de individuos por especie observados a 1 m de distancia por cada lado del transecto.

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.

- Abundancia

Se obtuvo una estimación de abundancia para todos los grupos taxonómicos de organismos arrecifales considerados en el estudio. En el caso de los escleractinios y las algas se hizo una estimación de la cobertura de cada uno de estos taxa, expresada como el porcentaje de tejido vivo que cada uno ocupó en el transecto. En el caso de los gorgonáceos y los peces arrecifales se hizo una estimación de densidad con base en el número de colonias/individuos que se encontraron por metro cuadrado de área de muestreo. También se incluyó un listado de especies por grupo taxonómico con un estimador de abundancia relativa por especie para cada una de las zonas de muestreo. Este estimador de abundancia relativa se presenta en categorías, de acuerdo a lo descrito en la Tabla 8. 6.

Tabla 8. 6. 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 %

- 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.

- 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 la Tabla 8. 7. El análisis de este parámetro se muestra como un histograma de frecuencias por categoría de forma de crecimiento por subzona.

Tabla 8. 7. Categorías de formas de crecimiento para los escleractinios.

Categoría	Forma de crecimiento
Dig	Digitiforme
Inc	Incrustante
Mas	Masiva
Ram	Ramificado

- Estructura de Tallas

El tamaño de las colonias se registró para los escleractinios, los gorgonáceos y los peces arrecifales con la intención de conocer la estructura de tallas de cada uno de estos taxa. Para ello, se utilizaron diferentes parámetros para estimar la talla; en el caso de los escleractinios se consideró el diámetro mayor de cada colonia, para los gorgonáceos se midió la altura máxima de cada colonia, y para los peces se estimó la longitud total del cuerpo. El tamaño de los organismos se registró en clases de tamaño, para lo cual se definen las categorías de talla para cada taxón que se muestra en la Tabla 8. 8. El análisis se presenta como un histograma de frecuencias por taxón y por subzona.

Tabla 8. 8. Categorías de talla para los escleractinios, gorgonáceos y peces.

Clase de talla	Escleractinios	Gorgonáceos	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

- Condición del Organismo

Esta evaluación se hizo de manera cualitativa en los escleractinios y en los gorgonáceos por ser los organismos más importantes en cuanto a su papel ecológico y abundancia, a través del registro del tipo de daño que pudieran presentar sus colonias. Para ello se consideraron diferentes categorías de daño dependiendo del taxón, según se explica en la Tabla 8. 9. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de daño por subzona.

Tabla 8. 9. Categorías de condición de los organismos para escleractinios y gorgonáceos.

Escleractinios		Gorgonáceos	
Categoría	Condición del organismo	Categoría	Condición del organismo
Sana	Sin tejido dañado	Sana	Sin tejido dañado
Daño	Mortalidad parcial	Daño	Tejido con algún tipo de daño
Blca	Tejido blanqueado	Enfe	Enfermedad (virus, nódulos, etc.)

- 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 Tabla 8. 10. El análisis se presenta como histograma de frecuencias relativas de categorías de grupos funcionales por subzona.

Tabla 8. 10. 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.

8.2.6.3. Caracterización de la Biota Marina en el Banco de Arena

Se llevó a cabo un análisis de la comunidad de organismos arrecifales que se encuentran presentes en el polígono definido como banco de arena, a través de la elaboración de listados de especies, determinación de la composición específica, así como de la distribución y abundancia de los siguientes grupos taxonómicos:

- 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 fueron: Anémonas, equinodermos, esponjas, moluscos y gorgonáceos.
- 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: Annelida, mollusca, equinodermata.

La biota marina conspicua se describió a partir de un muestreo realizado en 8 transectos. 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. Adicionalmente se midió la profundidad del sedimento con el uso de una varilla graduada.

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).

Para el muestreo de la infauna se utilizó un nucleador de PVC que toma muestras de 15 cm de diámetro por 20 cm de alto. El nucleador fue sumergido en el sedimento para tomar una muestra de aproximadamente 3,534 cm³ (3.5 litros) de volumen de sedimento. Se tomaron 2 muestras por cada transecto. 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. Los organismos recolectados en cada muestra fueron depositados en frascos de plástico, fijados con formol al 5%, etiquetados e identificados.

8.2.6.4. Zonificación para la Conservación

A partir de los resultados obtenidos de la caracterización ambiental se presenta una zonificación del área de estudio, la cual se llevó a cabo a partir de un análisis de los valores obtenidos en cada uno de los parámetros que se analizaron como indicadores del estado de conservación del arrecife, y de este modo definir áreas con diferentes grados de conservación.

El análisis del estado de conservación se basa en la ponderación de ciertos indicadores relacionados con la estructura y función del ecosistema, a partir de una categorización de los valores estimados para los parámetros relacionados con cada indicador, para obtener un nivel de prioridad de conservación de las diferentes áreas dentro de los polígonos de estudio. El esquema de los indicadores y parámetros considerados en este análisis se resume en la Tabla 8. 11, y su procedimiento se detalla a continuación.

Tabla 8. 11. Evaluación del estado de conservación del arrecife objeto del presente estudio para el proyecto Desarrollo Turístico Secrets Moxche. Se muestra el nivel de análisis con el que se realiza dicha evaluación, así como sus indicadores y parámetros a considerar (adaptado de McField y Kramer, 2007).

Nivel de análisis	Indicadores	Parámetros
Estructura del ecosistema	Desarrollo de la estructura geológica	Representatividad del ambiente
		Complejidad estructural
	Biodiversidad	Riqueza específica de corales
		Abundancia de peces
		Presencia de gorgonáceos
	Estructura de la comunidad	Presencia de invertebrados
Cobertura de coral vivo		
Función del ecosistema	Reclutamiento	Cobertura de macroalgas
		Estructura de talla de corales
	Condición de los organismos	Estructura de talla de gorgonáceos
		Enfermedades de los corales
	Herbivoría	Enfermedades de los gorgonáceos
		Abundancia de erizos <i>Diadema</i>

- Estructura del ecosistema

La estructura del ecosistema evalúa tanto los aspectos físicos del hábitat/ambiente relacionados con su complejidad y heterogeneidad ambiental, como la propia estructura de la biota presente en términos de la abundancia y presencia de especies claves en el arrecife coralino.

Desarrollo de la estructura geológica

Se refiere a las características de la estructura arrecifal como hábitat para la biota marina. En este caso se evalúa que tan representado está un hábitat/ambiente dentro del polígono, y su complejidad en cuanto a su heterogeneidad. Por un lado, qué tan extensa es un área o un ambiente en relación al polígono de estudio, bajo el criterio de que un área poco representada tendrá mayor relevancia de conservación por su escasez como tipo de hábitat. Y el grado de heterogeneidad ambiental que existe en cada ambiente y/o zona del arrecife, lo cual está dado por el tipo de sustrato, su relieve y tridimensionalidad. Estos atributos se relacionan con la variedad de hábitats y refugios para la biota marina. Siendo así, los parámetros que se consideraron para este indicador son:

- Representatividad del ambiente
- Complejidad estructural

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 12.

Tabla 8. 12. Clasificación de parámetros.

Parámetros		Categoría de conservación	Calificación de ponderación
Representatividad del ambiente	Complejidad estructural		
> 10% del polígono	Sustrato plano	No relevante	1
1-10% del polígono	Relieve moderado	Intermedia	2
<1% del polígono	Relieve alto	Prioritaria	3

Biodiversidad

Este indicador se refiere a la variedad de biota marina de organismos clave en el ambiente arrecifal. Los parámetros que se consideraron para hacer esta estimación son los siguientes:

- Riqueza específica de corales
- Abundancia de peces
- Presencia de gorgonáceos
- Presencia de invertebrados
- Presencia de especies protegidas

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 13.

Tabla 8. 13. Clasificación de parámetros.

Parámetros				Presencia de especies protegidas	Categoría de conservación	Calificación de ponderación
Riqueza específica de corales	Abundancia de peces	Presencia de gorgonáceos	Presencia de invertebrados			
< 1 spp.	<0.5 ind/m ²	<0.2 ind/m ²	< 5 sp	No hay presencia	No relevante	1
1-3 spp.	0.5-1 ind/m ²	0.2-1 ind/m ²	6-9 sp	1 o más especies escasas	Intermedia	2
> 3 spp.	>1 ind/m ²	>1 ind/m ²	>10 sp	1 o más especies abundantes	Prioritaria	3

Estructura de la comunidad

Este indicador se refiere a la abundancia de biota marina de organismos clave en el ambiente arrecifal. Los parámetros que se consideraron para hacer esta estimación son los siguientes:

- Cobertura de corales
- Cobertura de macroalgas

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 14.

Tabla 8. 14. Clasificación de los parámetros.

Parámetros		Categoría de conservación	Calificación de ponderación
Cobertura de corales	Cobertura de algas		
<1%	>25%	No relevante	1
1-5%	10-25%	Intermedia	2
>5%	<10%	Prioritaria	3

- Función del ecosistema

La función del ecosistema evalúa ciertos procesos biológicos relacionados con su estado de conservación, como son el reclutamiento de especies claves, la propia condición de los organismos, y los procesos de herbivoría que ayudan a controlar el exceso de algas en un arrecife.

Reclutamiento

La estructura de talla de organismos clave es considerado como un indicador indirecto de reclutamiento y de sobrevivencia, ya que analiza las frecuencias de tamaño/estadio de la población presente, para determinar la incidencia de colonias pequeñas (reclutamiento) en proporción con la cantidad de colonias de mayor tamaño (sobrevivencia). Los parámetros que se consideraron para hacer esta estimación son los siguientes:

- Estructura de talla de corales
- Estructura de talla de gorgonáceos

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 15.

Tabla 8. 15. Clasificación de los parámetros.

Estructura de talla de corales	Estructura de talla de gorgonáceos	Categoría de conservación	Calificación de ponderación
Clase I y II ausente	Recluta ausente	No relevante	1
Clase I y II 1-25%	Recluta 1-5%	Intermedia	2
Clase I y II >25%	Recluta >5%	Prioritaria	3

Condición de los organismos

Un indicador de la salud del arrecife consiste en evaluar directamente la salud de los organismos. En el caso de los corales, al ser los principales constructores del arrecife, una incidencia alta de daño a las colonias como mortalidad, enfermedades o blanqueamiento se considera un signo de perturbación y bajo estado de conservación de un arrecife. En el caso de los gorgonáceos, la incidencia de daño o enfermedad también es un indicador de baja calidad ambiental, al ser organismos sésiles.

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 16.

Tabla 8. 16. Clasificación de los parámetros.

Enfermedades de los corales	Enfermedades de los gorgonáceos	Categoría de conservación	Calificación de ponderación
>20% con daño	>20% con daño	No relevante	1
1-20% daño	1-20% daño	Intermedia	2
Sin daño	Sin daño	Prioritaria	3

Herbivoría

Por último, un parámetro que se asocia con los procesos de cadenas tróficas es el grado de herbivoría que existe en un arrecife, como un indicador del equilibrio que se mantiene entre diferentes niveles tróficos, además del control de sobrecrecimiento algal que puede ser dañino para el arrecife. Para tal fin, se utiliza como indicador de este proceso la presencia de erizos del género *Diadema* spp., como los principales organismos herbívoros.

La clasificación de los parámetros que se consideraron para asignar una calificación de ponderación para este indicador se presenta en la Tabla 8. 17.

Tabla 8. 17. Clasificación de los parámetros.

Presencia de Diadema	Categoría de conservación	Calificación de ponderación
No existe	No relevante	1
Dispersas	Intermedia	2
Abundantes	Prioritaria	3

Bajo estos criterios, se asignó una calificación de ponderación para cada parámetro a los diferentes tipos de ambientes presentes en los polígonos del área de estudio. Posteriormente se realizó una sumatoria por tipo de ambiente, obteniendo valores entre 11 y 29. El nivel de prioridad de conservación se asignó de acuerdo a la categoría presentada en la Tabla 8. 18.

Tabla 8. 18. Clasificación de ponderación para cada parámetro a los diferentes tipos de ambientes.

Nivel de prioridad de conservación	Rango de ponderación
No relevante	<17
Intermedia	18-24
Prioritaria	>25

8.2.7. Paisaje

Calidad visual

La calidad visual del paisaje fue determinada mediante el método propuesto por Bureau of Land Management (BML) de U.S.A. (1980), basado en el análisis de las categorías estéticas del terreno, este método lleva aplicándose largo tiempo en la planificación territorial. En la determinación de la fragilidad visual y la capacidad de absorción visual del paisaje, se utilizó una adaptación de los métodos propuestos por Escribano et al. (1987) y la técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), respectivamente. Para el análisis de los tres componentes se optó por realizar una evaluación conjunta del área del Proyecto, por considerar que las variables evaluadas poseen valores similares si está se dividiera en varias unidades de estudio, siendo posible encontrar un resultado global que represente a toda el área.

Los criterios de valoración de la calidad escénica aplicados por BML se presentan en la Tabla 8. 19 y la clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual según la suma total de puntos obtenida de la valoración de los criterios se presenta en la Tabla 8. 20.

Tabla 8. 19. Criterios de valoración para la calidad escénica del paisaje.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Puntuación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Puntuación	5	3	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entre suelo, vegetación, roca y agua	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados
Puntuación	5	3	1
Cuerpos de agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Puntuación	5	3	0

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación		
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Puntuación	5	3	0
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Puntuación	6	2	1
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica
Puntuación	2	0	0

Tabla 8. 20. Clasificación de áreas de acuerdo a su calidad visual.

Clase	Descripción	Puntaje
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	19 a 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.	12 a 18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura.	0 a 11

Fragilidad visual

Los criterios de valoración de la fragilidad visual aplicados por Escribano se presentan en la Tabla 8. 21 y los intervalos de valores de calificación y la connotación para la fragilidad visual se presentan en la Tabla 8. 22.

Tabla 8. 21. Criterios para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
Biofísico	Pendientes	Pendientes de más de 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, y terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, plano horizontal de dominancia.
	Puntuación	5	3	1
	Densidad vegetación	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva.	Grandes masas boscosas. 100% de cobertura.
	Puntuación	5	3	1
	Contraste vegetación	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Mediana diversidad de especies, con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alta diversidad de especies, fuertes e interesantes contrastes.
	Puntuación	5	3	1
	Alturas de la vegetación	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa	No hay gran altura de las masas (< 10 m), ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.

Factores	Elementos	Fragilidad		
		Alta	Media	Baja
		los 2 m de altura o Sin vegetación.		
	Puntuación	5	3	1
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 500 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (500 a 2000 m), dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>2000 m)
	Puntuación	5	3	1
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual o muy restringida.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Puntuación	5	3	1
	Compacidad	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta huecos, ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
Puntuación	5	3	1	
Singularidad	Unicidad del paisaje	Paisaje singular, notable, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual o muy alterado.
	Puntuación	5	3	1
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual vistas escasas o breves.
	Puntuación	5	3	1
	Física	Localizado a corta distancia de carretera, caminos locales, poblados o zona habitadas.	Localizado en zona con caminos secundarios, poco transitados.	Localizado en predio privado con acceso restringido, zonas sin caminos públicos.
	Puntuación	5	3	1

Tabla 8. 22. Clasificación de la fragilidad visual.

Clasificación	Connotación visual del área	Puntaje
Fragilidad visual alta	Área sensible frente a intervenciones, con nula o mínima capacidad para absorber impactos	34 - 45
Fragilidad visual media	Área medianamente sensible frente a intervenciones. Capacidad media de absorción de impactos	21 - 33
Fragilidad visual baja	Área capaz de absorber impactos visuales, dada su composición u organización. La incorporación de nuevos elementos no alteraría significativamente las características del área	9 - 20

Capacidad de absorción visual

La valoración de la capacidad de absorción visual del paisaje se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

R = Potencial estético.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Actuación humana.

La escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla 8. 23 y los puntajes asignados a cada condición para la valoración de la capacidad de absorción visual se presentan en la Tabla 8. 24.

Tabla 8. 23. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25–55% de pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgos alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión y inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Actuación humana (V)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (C)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Tabla 8. 24. Escala de referencia para la determinación de la capacidad de absorción visual.

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

8.2.8. Evaluación de los Impactos Ambientales

El análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario, que consideró tres niveles de complejidad ecológica: Elementos, procesos y ecosistemas, y que fueron la base de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental:

- 1) Análisis por medio de los sistemas de información geográfica.
- 2) Elaboración de listas de chequeo.
- 3) Desarrollo de matrices de interacción
- 4) El juicio de expertos

Las metodologías de cada una de las técnicas presentadas anteriormente, son descritas a detalle a continuación.

- Análisis por medio de los sistemas de información geográfica

El análisis realizado para la identificación de impactos en el área de influencia del Proyecto y las áreas adyacentes se apoyó en los planos cartográficos disponibles, en la fotografía de satélite obtenida del programa Google Earth y la cartografía generada de manera particular para el Proyecto, con dicha información se obtuvo lo siguiente:

- Definición espacial del SAR (Capítulo 4).
- Definición espacial del área de estudio de la presente manifestación de impacto ambiental (Capítulo 4).
- Listas de chequeo

Se elaboraron las listas de chequeo necesarias para identificar los impactos ambientales, por lo cual, estas listas tomaron en cuenta los factores del medio natural y socioeconómico que pudieran resultar impactados por el desarrollo del Proyecto, positiva o negativamente, así como las actividades contempladas en cada una de sus etapas de desarrollo (preparación, construcción y operación y mantenimiento).

Los puntos de partida para la elaboración de dichas listas fueron la información técnica manifestada en el Capítulo 2, 3 y 4, además del juicio de los expertos participantes en la estructuración de la presente manifestación de impacto ambiental.

- Matrices de interacción

Se elaboró una primera matriz denominada de identificación de impactos ambientales potenciales en la cual se confrontaron las obras y actividades del Proyecto con los impactos ambientales identificados en las listas de chequeo, ordenados de acuerdo al factor del medio sobre el que inciden. Con dicha matriz se identificaron los impactos positivos y negativos que potencialmente generaría el Proyecto, y se valoraron tanto los componentes ambientales que pudieran ser más afectados, como las actividades que generarán la mayor recurrencia o intensidad de impactos.

Esta matriz constituye un método cuantitativo para la identificación de impactos ambientales y corresponde a una modificación propia de la matriz de Leopold (1971). Es importante destacar que el valor de magnitud establecido en esta matriz corresponde al producto de la suma de interacciones identificadas entre un impacto ambiental negativo potencial identificado y una obra u actividad.

Se generó una segunda matriz, denominada de evaluación de impactos ambientales, para evaluar los impactos identificados en términos de 8 atributos tomados de Gómez-Orea (2003) y que son: consecuencia, acumulación, sinergia, momento o tiempo, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad. A cada atributo le fue asignado un valor entre 1 y 3, según la severidad del mismo (Tabla 8. 25). El valor asignado a cada atributo se basó en el dictamen de los expertos, los resultados de la matriz de identificación de impactos ambientales potenciales (primera matriz) y las listas de chequeo que le dieron origen.

Tabla 8. 25. Descripción de la escala de los atributos para evaluar impactos ambientales.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando 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 que están ocurriendo en el presente.
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: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Reversibilidad del impacto (Rv)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres 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 manera reiterativa.
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 (Rc)	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).

A partir de los resultados obtenidos de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)³ 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 (Expresión V.1):

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc + F \quad \text{Expresión V.1}^4$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la Expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

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 manifestaran 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.

³ Domingo Gómez Orea (2002), página 330.

⁴ Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. 2002. Mundi Prensa. Pág. 330.

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 9, por ser 9 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

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 como se muestran en la Tabla 8. 26. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Se construye una tercera matriz nombrada significancia de los impactos ambientales potenciales según su signo y su valor de I.I, donde se presentan los impactos identificados ordenados según su signo, su valor del Índice de Incidencia y su correspondiente significancia.

Tabla 8. 26. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	0.68 o mayor
No significativo	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	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

La conjunción de los diferentes análisis descritos hasta ahora permitió cuantificar los diferentes impactos de posible generación durante el desarrollo del Proyecto, así como definir y ratificar las estrategias de mitigación y compensación de los mismos. Por otro lado, fue posible identificar las actividades de alta prioridad por la importancia de los impactos que pudieran generar.

8.3. Conclusión

En el presente capítulo se explicaron los instrumentos metodológicos más relevantes utilizados en los estudios realizados para la elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental, siendo importante señalar que para obtener uno de los productos indicados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en la materia, se utilizó el concepto relevancia de los impactos ambientales tomando como criterio el efecto sobre la integridad ecológica del SAR, entendiendo por integridad ecológica como la estructura y funciones que caracterizan a un ecosistema, mismas que ya fueron descritas en el Capítulo 4. Derivado de lo anterior, se determinó que ninguno de los impactos identificados es relevante o significativo en los términos que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

8.4. Anexos documentales

Anexo	Concepto
1.1	Acta Constitutiva, Escritura Pública: [REDACTED]
1.2	Registro Federal de Contribuyentes del Fideicomiso Promovente
1.3	Identificación del Representante Legal
1.4	Escritura Pública: [REDACTED]
1.5	Clave Única del Registro de Población del Representante Legal
1.6	Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa Responsable de la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental
1.7	Cedula Profesional del Responsable Técnico del estudio
2.1	Programa de Obra
3.1	Autorización en Materia de Impacto Ambiental
3.2	Autorización de Derechos de Título de concesión de la Zona Federal Marítimo Terrestre
4.1	Estudio Hidrográfico
4.2	Estudio Oceanográfico y de Dinámica Litoral
4.2 (X1)	Oleaje
4.2 (X2)	Corrientes
4.2 (X3)	Respuesta Morfológica
4.2 (X4)	Análisis de Sedimentos
4.3	Proyecto Ejecutivo
4.4	Memoria Técnica de Modelaje
4.5	Caracterización Ambiental Marina
6.1	Procedimientos para el Rescate de Biota Marina

8.5. Anexos cartográficos

Figura	Plano
1.1	Ubicación geográfica general del Proyecto
1.2	Vulnerabilidad por inundaciones
1.3	Exposición climática
2.1	Obras y actividades Fase I y Fase II
2.3	Localización geográfica regional
2.3	Sistema ambiental regional
2.4	Rompeolas en ambientes marinos
2.5	Banco marino MOX 1 en ambientes marinos
2.6	Relleno de playa en ambientes marinos
2.7	Hábitats artificiales en ambientes marinos
2.8	Extensión rompeolas R1 y arrecifes disipadores en ambientes marinos
2.9	Obras y actividades Fase I y Fase II
2.10	Fase I en ambientes marinos
2.12	Fase II en ambientes marinos
2.13	Representación gráfica regional
2.14	Representación gráfica local
2.15	Proyecto respecto del POEL Solidaridad
2.16	Proyecto respecto del PDUPC
2.17	Proyecto respecto de la RBCM
2.18	Vías de acceso
2.21	Factibilidad para la construcción de obras
2.25	ZOFEMAT esperada
2.27	Escenario sur-sureste
2.28	Escenario este
2.29	Escenario noreste
2.34	Patio de maniobras y zona de embarque
3.2	Colindancia con la ANP estatales
3.4	Proyecto respecto del POEGT

Figura	Plano
3.5	Proyecto respecto al POEMyRGMMyMC
3.8	Proyecto respecto al POET Cancún-Tulum
3.9	Proyecto respecto al POEL Solidaridad
3.10	Proyecto respecto al PMDUS
3.11	Proyecto respecto al PDUPC
3.12	Proyecto respecto de las RTP
3.13	Proyecto respecto a la RPM 63 Punta Maroma – Punta Nizuc
3.14	Proyecto respecto a la RHP 105 Corredor Cancún - Tulum
3.15	Proyecto con respecto de las AICA
3.16	Proyecto respecto de los sitios Ramsar
4.2	Provincias fisiográficas de la península de Yucatán
4.3	Climas de la península de Yucatán
4.4	Clima del SAR
4.7	Registro histórico de huracanes
4.10	Unidades litológicas registradas en el SAR
4.11	Edafología del SAR
4.12	Regiones hidrológicas de la península de Yucatán
4.30	Batimetría del SAR
4.51	Ambientes marinos del SAR
4.131	Polígono ajustado del banco de arena
4.144	Prioridad para la conservación de los ambientes marinos del SAR

8.6. Bibliografía

Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa [POEMyRGMMyMC] Diario Oficial de la Federación, 24 de noviembre de 2012.

Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio [POEGT]. Diario Oficial de la Federación, 07 de septiembre de 2012.

Aguayo, J., Bello, R., del Vecchio, M., Araujo, J. y Basañez, L. 1980. Estudio Sedimentológico en el Área Tulum- Cancún-Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, México. Biol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLI, Nos. 1 y 2. Instituto Mexicano del Petróleo. 18 pág.

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

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Batlloori, E. y Febles J. 2002. El agua subterránea en el desarrollo regional de la península de Yucatán. Centro de Investigaciones Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional. Avance y perspectiva, volumen 21. 67–77 pp.

Centro de investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Parque Nacional Arrecifes Alacranes, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas,

Laboratorio de Ecología de Ecosistemas de Arrecifes Coralinos. Restauración y manejo de sitios arrecifales impactados por fenómenos naturales y antrópicos en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PROCER/PNAA/02/2015). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/308874895_Restauracion_y_manejo_de_sitios_arrecifales_impactados_por_fenomenos_naturales_y_antropicos_en_el_Parque_Nacional_Arrecife_Alacranes.

Cerdeira-Estrada, S., M.I. Martínez-Clorio, L.O. Rosique-De La Cruz, M. Kolb, A.M. Gonzales-Posada, A. Uribe-Martínez, R. Martell-Dubois, J.R. Garza-Pérez, L. Alvarez-Filip, M.I. Cruz-López, R. Ressler, 2018. Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. Escala: 1:8000. Edición: 2. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 24 de agosto de 2016. Los Sitios Ramsar de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/sitios-ramsar>.

Comisión Nacional del Agua. 2012. Programa Hídrico Regional Visión 2030. Región Hidrológica – Administrativa XXII Península de Yucatán. México, D.F. 135 pág.

Comisión Nacional del Agua. 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. 23 pág.

Comisión Nacional del Agua. 2018. Información Climatológica por Estado. Base de Datos Climatológica. México. Obtenido de: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qroo>.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 30 de agosto de 2014. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Obtenido de: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Sitios marinos prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Obtenido de: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:qxnWn9ksy3sJ:www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%25C3%25A1ficos+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx&client=firefox-b-d.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Artículos 1, 4, 27 y 133. 05 de febrero de 1917. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 29 de enero de 2016.

Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas. Artículo 4 y Anexo II. 2001.

Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Artículos 3 y 4. 1992. Naciones Unidas.

Convenio sobre la Diversidad Biológica. Artículo 14. 1992. Naciones Unidas.

Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. 1975.

Charvet, G. 2009. Exploration, modelling and management of groundwater resources in Northern Quintana Roo, Mexico. Technical University of Denmark, Department of Environmental Engineering. 123 pp.

De la Lanza-Espino G; Gómez-Rojas J.C. 2005. Perfiles de playas en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Escala 1:150000. Extraído del proyecto CQ017: Evaluación de la Calidad Ambiental y Dinámica de la Zona Costera (Playas) para la Certificación 'Bandera Azul de Municipio Solidaridad, Quintana Roo, México. Instituto de Biología, UNAM. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Decreto del Ejecutivo del Estado, mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, México [POEL Solidaridad]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 25 de mayo de 2009.

Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe mexicano. Diario Oficial de la Federación, 07 de diciembre de 2016.

Decreto por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún – Tulum. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 16 de noviembre de 2001.

Diario Oficial de la Federación. 2018. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf.

Doering, D.O. and Butler, J.H. 1974. Hydrogeologic constraints on Yucatan's development, Science 186 (4,164), 591-595.

Echavarren, J. 2007. Aspectos Socioeconómicos de la Evaluación de Impacto Ambiental. Centro de Estudios Andaluces. Revista Internacional de Sociología. Vol. LXV, N° 47. Pp 99 -16.

Escribano, M. M., Frutos, M., Iglesias, E., Mata, E. y Torrecilla, I. 1987: El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Madrid.

FAO – Unesco. 1976. Mapa mundial de suelos 1:5 000 000. Place de Fontenoy, París. 120 pág.

Fernández-Eguiarte, A., Zavala-Hidalgo, J., Romero-Centeno, R., 2018. Atlas Climático Digital de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de ciencias de la Atmósfera. Obtenido de: <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/>.

García, E. – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

Gobierno de España. 2007. Manual de Restauración de Dunas Costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2002. Programa Estatal de Desarrollo Urbano. Obtenido de: <http://seduvi.qroo.gob.mx/pdus/01PEDUQUINTANAROO22ABRIL2002.pdf>.

GRUDEMI. (2017-2020). Enciclopedia Económica. Obtenido de: <https://enciclopediaeconomica.com/sectores-economicos/>.

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.

Herrera, P. S. F. Crecimiento Económico y Turístico para un Desarrollo Regional en la Riviera Maya, Caso de Estudio Playa del Carmen. Obtenido de: http://www.saree.com.mx/lab/sites/default/files/cap3TM/CAPITULO3_V2_HERRERAPdocx.pdf

H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016 – 2018. Plan Municipal de Desarrollo. 2016-2018.

H. Ayuntamiento de Solidaridad. 2016. Atlas de Peligros y/o Riesgos del Municipio de Solidaridad. Obtenido de: [file:///C:/Users/Yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/Quintana a%20Roo/atlasderiesgos2016.pdf](file:///C:/Users/Yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/Quintana%20Roo/atlasderiesgos2016.pdf).

Inman. (2003). Litoral Cells. Schwartz M. (ed). Enciclopedia of Coastal Science.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1990. Geología de la República Mexicana. Aguascalientes, Ags., México. 87 pág.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Aguascalientes, Ags, México. 49 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. Obtenido de: http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2009. Portuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Solidaridad, Quintana Roo. Clave geoestadística 23008. Obtenido de: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/23/23008.pdf.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2014. Censos Económicos. 76 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Panorama sociodemográfico de Quintana Roo. México. 39 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2015. Principales resultados de la Encuesta Intercensal. 103 pág.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo. México. 408 pág. Obtenido de: https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/QROO_ANUARIO_PDF.pdf.

IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación

de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 218 pág.

Johnson, M., et al. 2011. Caribbean Acropora, Restoration Guide. Best Practices for Propagation and Population Enhancement. https://www.researchgate.net/publication/289540459_Caribbean_Acropora_Restoration_Guide_Best_Practices_for_Propagation_and_Population_Enhancement.

Jurisprudencia I.4o.A. J/2 (10a.), sostenida por el Cuarto Tribunal Colegiado en materia Administrativa del Primer Circuito, visible en la página 1627 del Libro XXV, Tomo 3 del mes de octubre de 2013; publicado en el Semanario Judicial de la Federación, Décima Época, cuyo rubro es “Derecho a un medio ambiente adecuado para el desarrollo y bienestar. Aspectos en que se desarrolla”.

Kauffer, E. y Villanueva, C. 2011. Retos de la Gestión de una Cuenca Construida: La Península de Yucatán en México. Aqua-LAC – Vol. 3 – N° 2. Pp 81 – 91.

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.

Ley de Aguas Nacionales [LAN]. 01 de diciembre de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 06 de enero de 2020.

Ley de Puertos [LP]. 19 de julio de 1993. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de diciembre de 2016.

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental [LFRA]. 7 de junio de 2013. Diario Oficial de la Federación.

Ley General de Bienes Nacionales [LGBN]. 20 de mayo de 2004. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Ley General de Cambio Climático [LGCC]. 06 de junio de 2012. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 13 de julio de 2018.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 05 de junio de 2018.

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo [LEEPA]. 29 de junio de 2001. Última reforma PO 16 de agosto de 2018.

Ley General de Vida Silvestre [LGVS]. 03 de julio de 2000. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos [LGPGIR]. 08 de octubre de 2003. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 19 de enero de 2018.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización [LFMN]. 01 de julio de 1992. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 30 de abril de 2009.

Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. Comisión Nacional Forestal.

Martínez Vega, J., Martín Isabel, M. P., Romero Calcerrada, R. y García González, J. A. 2003. Valoración del Paisaje en la Zona de Especial Protección de Aves Carrizales y Sotos de Aranjuez (Comunidad de Madrid). Instituto de Economía y Geografía. (CSIC). Asociación de Geógrafos Españoles.

Monterroso R. A., Fernández. A., Trejo R. I., Conde A. C., Escandón J., Villers L. y Gay C. 2014. Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/>

Morales, J. J. 2004. El joven Mar Caribe. En: C. Carrillo Trueba y N. Hinket (Eds.), Ciencias, 76:34-41 pp.

MODIFICACIÓN del Anexo Normativo II, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. 24 de noviembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar. 23 de diciembre de 2011. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. 09 de diciembre de 2008. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. 23 de junio de 2006. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, jueves 30 de diciembre de 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-076-SEMARNAT-2012. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del

sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta. 27 de noviembre de 2012. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995. Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible. 13 de noviembre de 1995. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. 13 de enero de 1995. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. 13 de enero de 1994. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. 10 de septiembre de 2013. Diario Oficial de la Federación.

NORMA Oficial Mexicana 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. 01 de febrero de 2013. Diario Oficial de la Federación.

Orellana R., Espadas C., Conde C., Gay C. 2009. Atlas Escenarios de Cambio Climático en la Península de Yucatán. Unidad de Recurso Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán y Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México. Mérida, Yucatán, México. 115 pág.

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.

Pereira Corono, A., Prezas Hernández, B., Olivares Mendoza, J., Fragoso Servón, P., y Niño Torres, C. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo. Quintana Roo, México.

Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 2022 [PED]. 25 de enero de 2017. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 [PND]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de julio de 2019.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D.F.

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Playa del Carmen, Municipio Solidaridad 2010 – 2050 [PDUPC]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010 – 2050 [PMDUS]. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de diciembre de 2010.

Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013 – 2018 [PROMARNAT]. Diario Oficial de la Federación, México, 12 de diciembre de 2013.

Programa Sectorial de Turismo 2020 – 2024 [PROSECTUR]. Diario Oficial de la Federación, México, 03 de julio de 2020.

Qualti S.A. de C.V. 2011. Conservación del Ambiente y Perspectivas para el Enriquecimiento de la Calidad Turística obtenida por los Buzos Visitantes a los Arrecifes de Coral de Cozumel, Quintana Roo mediante el Establecimiento de Arrecifes Artificiales frente a la Zona Costera conocida como Playa Villa Blanca en Cozumel Quintana Roo. Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular. Número de referencia 23QR2011TD083.

RAMSAR. s. f. Acerca de la Convención sobre los Humedales. Obtenido de: <https://www.ramsar.org/es/node/5696>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31 de octubre de 2014.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 30 de noviembre de 2006. Diario Oficial de la Federación. Última reforma DOF 31 de octubre de 2014.

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar. 21 de agosto de 1991.

Reyes, M. A. 2005. El sistema circulatorio del planeta azul. Avance y perspectiva, 24 (3): 71-75 pp. CINVESTAV, Mérida.

Ruiz-Martínez, Gabriel, Silva-Casarín, Rodolfo, Posadas-Vanegas, Gregorio. 2013. Comparación morfodinámica de la costa noreste del estado de Quintana Roo, México. Tecnología y Ciencias del Agua. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531983003>.

Secretaría de la Convención de Ramsar. 2016. Manual de la Convención de RAMSAR. Introducción a la Convención sobre los Humedales.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 08 de febrero de 2008. Guía Manifestación de Impacto Ambiental Regional. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121011/Guia_MIA-Regional.pdf.

Secretaría de Turismo. 2018. Compendio Estadístico del Turismo en México. Obtenido de: file:///C:/Users/yazmin/Downloads/YAZMIN%20DESCARGAS/Documentos%20Consulta/COMPE_NDIO_TURISMO_MEX_2017.pdf.

Serrano-Altamirano, V.; Ruiz-Corral, A.; Rodríguez-Ávila, J. H.; Medina-García, G. y Cano-García, M.A. 2007. Estadísticas climatológicas básicas de la Península de Yucatán (Período 1961-2003). INIFAP. SAGARPA: Libro Técnico No. 1. Oaxaca, México. 190 pág.

Sosa-Hernández, G. 2007. Las anomalías de marea en el Caribe Mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias, 88.

Vidal R. 2005. Las Regiones Climáticas de México 1.2.2. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 212 pág.

Yeomans, E. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.