

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.

- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0063/01/18.

- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el número telefónico celular del técnico responsable del estudio, en página 4.

- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

- V. **Firma del titular:** 
C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar, Delegado Federal en Quintana Roo

- VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **57/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **10 de abril de 2018**.

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1.1 Nombre del proyecto.

Manifiesto de Impacto Ambiental por la construcción de un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.

1.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto se localiza en la playa Xcalacoco Frac. 7 en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, específicamente en el frente de playa colindante con el Hotel "Viceroy Riviera Maya".

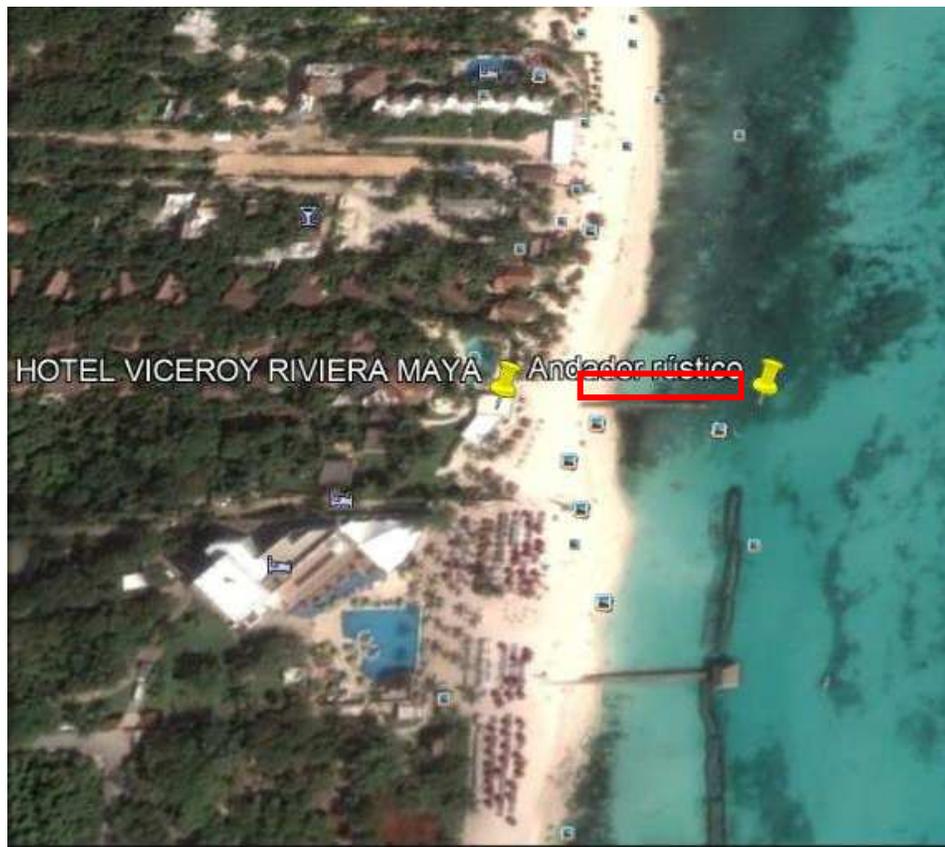


Imagen 1.1 Ubicación del proyecto en rojo.

1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se contempla un tiempo de vida útil del Proyecto para 25 años, sin embargo, con las actividades de mantenimiento programadas el tiempo de vida útil pudiera prolongarse.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Ver Anexo 2.

1.1.5 Dimensiones del proyecto.

Se considera que la superficie del proyecto es de 247.820 M². A continuación, se presenta el cuadro de coordenadas del proyecto:

Tabla 1. Cuadro de coordenadas del Proyecto.

	X	Y
1	496 709.6581	2 284 858 .2336
2	496 738.6037	2 284 835.8286
3	496 736.4613	2 284 833.0608
4	496 740.1978	2 284 830.1687
5	496 742.3401	2 284 832.9364
6	496 750.4654	2 284 826.6471
7	496 748.3231	2 284 823.8794
8	496 752.0595	2 284 820.9872
9	496 754.2018	2 284 823.7549
10	496 756.7884	2 284 821.7529
11	496 752.8587	2 284 816.6760
12	496 756.0218	2 284 814.2277
13	496 764.3892	2 284 825.0377

14	496 761.2261	2 284 827.4860
15	496 760.2314	2 284 826.2010
16	496 758.5312	2 284 827.5170
17	496 756.3124	2 284 824.6504
18	496 750.6813	2 284 829.0091
19	496 752.8237	2 284 831.7768
20	496 749.0872	2 284 834.6690
21	496 746.9449	2 284 831.9012
22	496 738.8196	2 284 838.1905
23	496 740.9619	2 284 840.9583
24	496 737.2255	2 284 843.8504
25	496 735.0832	2 284 841.0827
26	496 710.8823	2 284 859.8152

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

1.2.1 Nombre o Razón Social

Operadora Hotelera playa Virrey, S. de R.L. de C.V.

1.2.2 Registro federal de causantes (RFC) del promovente

OHL080522318

1.2.3 Dirección del Promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Playa Xcalacoco Frac 7 77710 Playa del Carmen, Riviera Maya, Quintana Roo, México.

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción de un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.



1.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

1.3.1 Nombre o razón social.

POCH MÉXICO S.A. DE C.V.

1.3.2 Registro Federal de Causantes (RFC).

PME100813V91

1.3.3 Nombre y cédula del responsable técnico de la elaboración del estudio.

Responsable: LARN. María Teresa López Fortuny, Cédula profesional: 9189450

Colaboradores:

- Biol. Toshio Julián Yokoyama Cobá. Cédula profesional: 4864466
- Axis
- Bluecore

1.3.4 Dirección del responsable del estudio.

Calle 11 Número 336 x 16 y 20 Col. Santa Gertrudis Copó

C.P. 97305 Mérida, Yuc.

Oficina +52 999 9 139413

Cel: [REDACTED]

Correo electrónico: mariateresa.lopez@poch.com

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

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

2.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de un andador tipo muelle rústico para reemplazar el ya existente muelle de madera, el cual se encuentra en malas condiciones; con la finalidad de proporcionar una mayor comodidad a los usuarios principalmente huéspedes del hotel "Viceroy Riviera Maya". Parte de la estructura contará con techumbre de zacate (palapa) y será construida en su totalidad a base de madera dura de la región.

Es importante mencionar que el proyecto contempla únicamente un andador rústico y no considera operaciones de carga o descarga de mercancía y embarque o desembarque de pasajeros o el atracado de embarcaciones.

2.1.2 Selección del sitio.

El sitio para la ejecución del proyecto fue seleccionado por la cercanía que éste guarda con el predio propiedad del promovente Hotel "Viceroy Riviera Maya" del presente MIA. Cabe mencionar que ya se cuentan con la concesión de la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT) ocupada por el muelle ya existente, sin embargo, esta concesión será actualizada de acuerdo al área que se pretende ocupar con el desarrollo del proyecto por cambios en las dimensiones.

2.1.3 Ubicación física del proyecto.

El proyecto se localiza en la playa Xcalacoco Frac. 7 en Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, específicamente en el frente de playa colindante con el Hotel "Viceroy Riviera Maya". Cabe mencionar que el sitio del proyecto cuenta actualmente con un antiguo andador el cual será desmantelado para la instalación del proyecto nuevo.



Figura 2.1. Ubicación del sitio del proyecto marcada en rojo (Imagen obtenida del Google Earth)

2.1.4 Inversión requerida.

La inversión requerida (no incluidos los costos para la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos al ambiente) asciende a \$3'000,000.00 de pesos MN. Las medidas mencionadas se aplicarían de manera independiente en caso de autorizarse el proyecto y conforme a las propuestas que se presentarán más adelante. A continuación, se desglosan los costos de la inversión:

Concepto	Costo
Estructuras de concreto:	\$ 1,800,000.00
Vigas y cubiertas de madera:	\$ 1,450,000.00
Palapa nueva y escalera:	\$ 220,000.00
TOTAL	\$ 3,470,000

2.1.5 Superficie total requerida (dimensiones del proyecto).

Como se apuntó, el proyecto consiste en la construcción de un andador rústico tipo muelle en la Riviera Maya. La estructura ocupará una superficie total de 247.77 m²; de los cuales 54.67 m² serán cubiertos por una palapa. El área de acceso al muelle se encontrará sobre Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) la cual contará con una superficie de 28.17 m².

La siguiente figura muestra la distribución de las superficies mencionadas del andador:

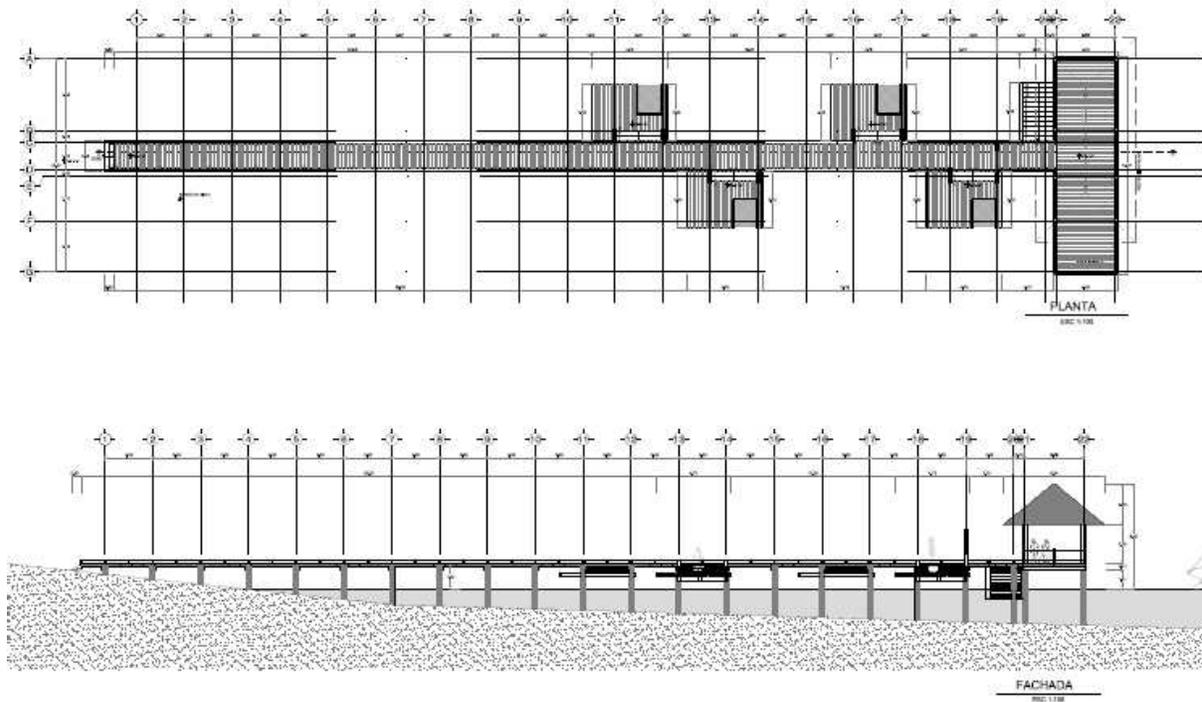


Figura 2.2. Planta esquemática del proyecto.

Como puede observarse en la figura 2.2, el muelle se extenderá hasta aproximadamente 68m dentro de aguas costeras. En el apartado de anexos se incluye los planos del proyecto donde se definen los cuadros de construcción de los elementos que lo conforman.

A continuación, se presenta el cuadro de coordenadas UTM de la superficie propuesta para el proyecto:

Tabla 2.1 Coordenadas de la superficie del proyecto

	X	Y
1	496 709.6581	2 284 858 .2336
2	496 738.6037	2 284 835.8286
3	496 736.4613	2 284 833.0608
4	496 740.1978	2 284 830.1687
5	496 742.3401	2 284 832.9364

6	496 750.4654	2 284 826.6471
7	496 748.3231	2 284 823.8794
8	496 752.0595	2 284 820.9872
9	496 754.2018	2 284 823.7549
10	496 756.7884	2 284 821.7529
11	496 752.8587	2 284 816.6760
12	496 756.0218	2 284 814.2277
13	496 764.3892	2 284 825.0377
14	496 761.2261	2 284 827.4860
15	496 760.2314	2 284 826.2010
16	496 758.5312	2 284 827.5170
17	496 756.3124	2 284 824.6504
18	496 750.6813	2 284 829.0091
19	496 752.8237	2 284 831.7768
20	496 749.0872	2 284 834.6690
21	496 746.9449	2 284 831.9012
22	496 738.8196	2 284 838.1905
23	496 740.9619	2 284 840.9583
24	496 737.2255	2 284 843.8504
25	496 735.0832	2 284 841.0827
26	496 710.8823	2 284 859.8152

2.1.6 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto.

El sitio del proyecto se localiza sobre la franja costera de la Riviera Maya, a la cual el POET Corredor Cancún- Tulum le otorga un uso predominante de Actividades Marinas. El área de ZOFEMAT donde se desarrollará el proyecto actualmente se encuentra ocupada por una estructura de muelle previamente establecida. La superficie que el proyecto ocupará dentro del mar, actualmente es utilizada para fines recreativos y tránsito de embarcaciones menores.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos.

El sitio donde se desarrollará el proyecto se encuentra en el litoral marino del municipio de Solidaridad en Playa del Carmen, área totalmente urbanizada, contando con todos los servicios necesarios para la ejecución del proyecto (luz, agua, servicios de recolección de basura, etc.) sin necesidad de instalaciones temporales y/o de apoyo.

Entre los servicios que se requerirán se mencionan los siguientes:

- Personal laboral: carpinteros, palaperos, buzos, ayudantes.
- Material: madera, pernos galvanizados, tuercas, clavos, pijas, etc.
- Herramientas: serruchos, martillos, barrenos, etc.

En caso de requerir electricidad para las herramientas, se utilizará un cable de uso rudo para conectarse al suministro eléctrico del hotel del promovente.

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

2.2.1 Programa general de trabajo.

A continuación, se presenta el programa general de trabajo:

Etapa	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Preparación del sitio	■	■	■	■												
Construcción					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Operación y Mantenimiento																■

El desarrollo del proyecto contempla tres etapas principales, que comprenden:

2.2.2 Preparación del sitio

Esta etapa, comprende principalmente el desmantelamiento del muelle actual en la zona del proyecto, así como la limpieza del terreno sumergido que ocupará la estructura (se realizará de forma manual (120 m²)).

Para el inicio de la construcción del muelle de manera primordial se realiza un trazo topográfico con el apoyo del topógrafo y los buzos especializados; para determinar la ubicación, distancia y lugar del hincado de los pilotes y así poder dimensionar el área de construcción del andador.

Posteriormente se realizará el armado de andamios con puntos ya definidos para apoyo y referencia; para el inicio de excavación.

Se realizará un dragado y limpieza del lecho marino para llegar a roca firme y así poder trazar el área para la excavación con el apoyo de chifón (manguera de 4" y tubo galvanizado accionado por aire de compresor).

Antes de realizar cualquier de las actividades mencionadas, se colocará una malla perimetral geotextil en el área de construcción para evitar que los sólidos resultado de las actividades de construcción se dispersen, mantener el área limpia y controlar los residuos sólidos.

En cuanto a la zona de tierra no se requieren actividades para llevar a cabo la preparación del sitio, sin embargo, se colocarán letreros informativos sobre las precauciones que se deben tener debido a las actividades de construcción del andador.

2.2.3 Etapa de construcción.

Esta etapa comprenderá la construcción del andador, el cuerpo principal del muelle y la palapa, así como la instalación eléctrica para el mismo.

A continuación, se enlistan las actividades para esta etapa:

Plataforma de acceso y muelle

- a) Cimentación a base de zapatas de concreto reforzado.
 - Se demolerá la roca firme para zapata de 40 cm x 50 cms x 3 ml de dimensión; con buzos especializados y apoyo de herramienta como lo es rotomartillo neumático con pulsetas, accionado por un compresor de aire ingersolld motor a diesel; los escombros resultado de la excavación de la cepa para zapata serán retirados del área donde se construye el muelle hacia un centro de acopio asignado por el hotel.
- b) Colocación de pilotes, traveses de concreto y preparación para el montaje de vigas de madera sobre pilotes.
 - Armado y forjado de estructura con varilla de $\frac{1}{2}$ " para zapata y encamisado de pilote; seguidamente hincado de poste de concreto prefabricado plomeado, apuntalado y contraventeado de manera manual con sogas y plomo.
 - Colocación de cimbra metálica para colado de zapata y encamisado de pilote.
 - Colado de zapata y encamisado de pilote con concreto y descimbrado, limpieza general del área.
- c) Suministro e Instalación de vigas cargadoras duras de la región (especie zapote) de 8"x 4" x 2.00 ml previamente cepillado y canteado para recibir vigas maderas misma especie de madera, fijado y asegurado con tornillería pasante de acero inoxidable.

- d) Suministro e Instalación de escalera de madera dura de la región (especie zapote) de 3 peldaños de 1.5" x 12" de espesor x 2.00 ml previamente cepillado y canteado incluye vigas madrinas misma especie de madera, fijado y asegurado con tornillería pasante de acero inoxidable.
- e) Instalación de cubierta de tablonos de madera dura de la región (especie zapote) de 1" 1/2" x 2.00 ml de espesor x 2.50 ml previamente cepillado y canteado, fijado y asegurado con tornillería pasante de acero inoxidable. Así como suministro y aplicación de wox 365 color sedona como acabado y preservador para madera.

Palapa

La palapa se construirá sobre una porción del muelle (deck) que ocupará una superficie de 54.67 m² y alcanzará una altura de 6.58m con respecto al nivel del mar. La estructura principal de la palapa será construida con madera dura de la región (zapote) y la cubierta será de zacate.

A continuación, se enlistan las actividades para esta etapa:

- a) Construcción de cubierta para la palapa con estructura de madera dura de la región, largueros principales, esquineros, caballetes, giles fijación y soportaría con tornillería pasante de 1/2 con acero galvanizado.
- b) Colocación de zacate nuevo fijado y asegurado con piola # 18, e instalación de red alquitranada palapa de 6 x 6 fijado y asegurado con piola del # 18, y aplicación de wox 365 como acabado y preservador para madera.
- c) Aplicación de antinflama marca *fire off* en el área interior de la palapa por medio de una bomba manual de aspersion (Al momento de la aplicación el área será recubierta y se realizará una limpieza en el término del trabajo)
- d) La Red eléctrica para alumbrado público exterior colocada sobre el muelle, será canalizada a base de tubo conduit de 16mm, 21mm y 27mm de diámetro, cable eléctrico forrado de diferente calibre según el proyecto.

Cabe mencionar que todos los componentes trátense de vigas, pilotes, tablas, columnas, etc. que conformarán las estructuras serán construidas y habilitadas en taller y únicamente se trasladarán al sitio ya listos para su ensamblaje y ajuste. El tiempo de duración de la construcción del muelle rústico y rampa de acceso será de 16 semanas.

Se buscará hacer el traslado de todos los materiales al sitio del proyecto en horas adecuadas para evitar molestias a vecinos y usuarios de las zonas de playa aledañas al sitio del proyecto.

Para el almacenamiento de la madera certificada con la que se llevará a cabo el proyecto, así como maquinaria y equipo, se utilizará la bodega del hotel y se destinará un patio de maniobras.

2.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.

La etapa de operación será a partir de que el andador esté listo para ser utilizado.

Durante esta etapa solo se consideran las actividades esporádicas derivadas del cambio, reparación y/o rehabilitación de los elementos que así lo requieran (tablas, pilotes, techo de la palapa, etc.). Estas actividades serán realizadas por personal contratado de manera eventual para tal fin y solo con ayuda de herramienta de mano convencional.

En el proyecto de construcción del andador rústico, se han previsto medidas para asegurar que no se alteren los procesos de flujos de agua ni la dinámica hidrológica del área, mediante el espaciamiento de los postes en los que se soporta el muelle y el andador de acceso a una distancia de 4.0 metros entre sí.

2.2.5 Etapa de abandono del sitio

No se tiene contemplada una etapa de abandono del sitio. En caso de requerirse, se podrá desinstalar completamente la estructura.

2.2.6 Utilización de explosivos

No se utilizarán ningún tipo de explosivos durante el desarrollo del proyecto.

2.2.7 Descripción de obras y actividades asociadas o provisionales

No se requerirá de la construcción de obras asociadas al proyecto.

2.2.8 Requerimientos de personal y maquinaria

2.2.8.1 Personal

En cuanto al personal que será necesario para la construcción del proyecto, se tiene contemplada la contratación de aproximadamente 20 personas en total, entre carpinteros, palaperos, buzos y ayudantes en general. Toda la mano de obra requerida será contratada directamente en el municipio, esto con el fin de generar empleos que beneficien a los habitantes de la localidad.

A continuación, se presenta una tabla con el personal requerido para la preparación del sitio y construcción:

Tabla 2.2 Personal requerido para el Proyecto.

PERSONAL	CANTIDAD
SUPERVISOR GENERAL Y CONTROL	1
INGENIERO RESIDENTE	1
TOPÓGRAFO	1
SOBREESTANTE	1
BUZO	1
COORDINADOR DE MATERIALES	1
OFICIAL ALBAÑIL	1
OPERADOR DE MAQUINARIA	1
CHOFER	1
BODEGUERO	1
VELADOR	1
CARPINTERO	1
AYUDANTES	1
FIERRERO	1
PLOMERO	2
ELECTRICISTA	2
LANCHERO	2
<i>TOTAL</i>	20

2.2.8.2 Maquinaria y Equipo

A continuación, se enlista la maquinaria y equipo que se usará en las actividades de construcción del proyecto:

Tabla 2.3 Maquinaria requerida para el Proyecto en general.

MAQUINARIA	CANTIDAD
Trascabo	1
Grúa móvil de 30 ton para movimiento de material y equipo	1
Perforadora hidráulica para hincado de pilotes	1
Vibrador hidráulico o martillo para hincado de pilotes	1
Camión de volteo de 14 m ³	1
Revolvedora para concreto	1
Flexifloats o chalan (plataforma)	1
Lancha con motor fuera de borda.	2
EQUIPO	
Compresor Ingersolld 185 motor a diésel	
Mangueras neumáticas de ¾	

Pulsetas (punta de cincel o lápiz)
Rotomartillo neumático
Andamios
Cimbras metálicas
Varilla de pulgada ara ancla de venteo (hincado de pilotes)
Polipastos de tres toneladas
Tablones para andamios
Tubo de 10" para colado
Sogas de ½, ¾ y 3/8
Charolas recientes para poner fluidos como gasolina, diésel y aceite
Palas, cubetas
Taladros, cepillos, atornilladores, pulidoras
Motosierras con motor a gasolina y aceite de 2 tiempos como aditivo
Martillos, barretas, escuadras, reventones, flexómetro, aspiradora
Tanque de oxígeno para los buzos
Traje de neopreno para los buzos
Reguladores de oxígeno
Chalecos con plomos

2.2.8.3 Insumos energéticos

Combustibles. Los combustibles requeridos para los vehículos durante las fases de preparación del sitio y construcción serán adquiridos en las estaciones de servicio PEMEX más cercanas al predio. Los vehículos cargarán directamente en la estación de servicio, mientras que el combustible para la maquinaria será trasladado hasta el área de trabajo en contenedores de 200 litros. Este traslado se realizará en vehículos de la constructora conforme sea requerido. Los combustibles requeridos serán diésel para maquinaria pesada y gasolina para vehículos ligeros y lanchas.

2.2.8.4 Insumos materiales

Los insumos y servicios requeridos para la construcción del proyecto provendrán de fabricantes, proveedores o distribuidores locales de servicios y productos específicos. No se prevé desabasto de los mismos en la zona.

Tabla 2.4 Material requerido para las actividades de construcción del proyecto

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD
Acero de refuerzo (varillas) 3/8", 1/2" y 5/8"	Ton	5
Alambre recocido	kg	400
Concreto hecho en obra de 250 kg/cm ²	m ³	64
Arena de mina	m ³	34
Grava de mina	m ³	40
Cemento	Ton	25
Peldaños (madera especie zapote) de 1.5" x 12" x 2.00 ml	Pza	5
Peldaños (madera especie zapote) de 1.5" x 12" x 2.80 ml	Pza	8
Vigas (madera especie zapote) de 8" x 4" x 2.00 ml	Pza	40
Vigas (madera especie zapote) de 8" x 4" x 3.00 ml	Pza	100
Vigas (madera especie zapote) de 8" x 4" x 4.00 ml	Pza	36
Tablones (madera especie zapote) de 1 1/2" x 8" x 2.20 ml	Pza	280
Poste (madera especie zapote) de 25cm de diámetro x 2.00 ml	Pza	6
Poste (madera especie zapote) de 25cm de diámetro x 3.00 ml	Pza	8
Poste (madera especie zapote) de 25cm de diámetro x 4.00 ml	Pza	8
Poste (madera especie zapote) de 25cm de diámetro x 5.00 ml	Pza	8
Poste (madera especie zapote) de 25cm de diámetro x 6.00 ml	Pza	12
Poste (madera especie zapote) de 15cm de diámetro x 6.00 ml	Pza	4
Pernos esparrago de 1/2" con tuerca	Pza	400
Angulo de acero	kg	200
Tornillería de acero inoxidable	Pza	500
Zacate	m ²	145
Piola #18	Kg	
Red alquitranada	m ²	145
Woox 365	Lt	50
Preservador de madera	Lt	30
Antiflama marca fire off	Lt	30
Tubería de polipropileno copolimero random. "Tubo Plus".	ML	55
Tubería conduit	ML	150
Conductores con aislamiento THW-LS/THHW	ML	450

Lámpara HLED-803	Pza	92
Cimbraplay	pza	15
Mallageotextil con bollas	Pza	2

2.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

La estimación de residuos a generar se divide en dos partes el desmantelamiento del muelle actual y construcción del nuevo muelle. Se describen a continuación el tipo de residuos que se prevé se generen durante las distintas etapas del proyecto.

- ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.

Como se mencionó, se estima que durante esta etapa solo se generen residuos conformados por el desmantelamiento del actual muelle. Estos desechos serán retirados del sitio en un volquete para ser trasladados a sitio de disposición final autorizado.

Estimación de residuos a generar por el desmantelamiento:

Calculando un promedio de 120 m² de superficie del muelle y con un peso de 100kg/m² nos queda un resultado de 12,000 kg o 12.00 ton de material a retirar.

- ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Se estima que en esta etapa la generación de residuos sólidos urbanos se verá reducida a los desechos producto de las comidas de los trabajadores del proyecto; para lo cual se dispondrá de un tambo plástico con tapa para almacenar los residuos orgánicos y otro tambo para inorgánicos, que pudieran generarse a lo largo de la jornada de trabajo. Al final del día estos serán trasladados para ser integrados con los residuos sólidos urbanos de la propiedad del promovente que, como se comentó, cuenta con el servicio municipal de recolección de este tipo de residuos. Por otro lado, los residuos sólidos propios de las actividades de construcción, principalmente restos de madera o zacate, serán retirados al final de cada jornada de trabajo en una camioneta tipo pick-up para ser trasladados a un sitio de disposición final autorizado por el municipio.

Por lo que respecta a residuos líquidos se instalarán sanitarios portátiles y se hará de carácter obligatorio para los trabajadores el uso de éstos. Las aguas residuales resultantes serán dispuestas por la empresa autorizada para el manejo y disposición de las mismas.

El uso de herramientas (taladros, martillos, serruchos, etc.) que serán empleados durante la construcción del proyecto generarán pequeñas cantidades de ruido, siendo ésta la única emisión de ruido a la atmósfera que se prevé se produzca directamente en el sitio durante esta etapa. Indirectamente se generarán emisiones de gases de combustión provenientes de la maquinaria y vehículos que se utilicen para transportar insumos y materiales hacia y desde la obra. En este sentido se vigilará que dicha maquinaria y vehículos se encuentren en óptimas condiciones mecánicas para minimizar este impacto, a través de la entrega de bitácoras y facturas de mantenimiento de maquinaria en un taller autorizado.

Estimación de residuos a generar por la construcción:

Para calcular los residuos a generar en la construcción del nuevo muelle estamos tomando como base un 5% de desperdicio del total de material utilizado en sitio por lo que se estima un promedio de 20.00 ton de material a utilizar en sitio y haciendo la operación nos queda un resultado de 1.00 ton de residuos.

Si consideramos que una persona genera 0.64kg al día de residuos sólidos podemos considerar que un 50% son orgánicos y un 50% inorgánicos. Se estima un promedio de 20 personas por día, así como se representa en la siguiente tabla:

	1 persona	20 personas
	cantidad/día	cantidad/día
Residuos Orgánicos	0.32 kg	6.4 kg
Residuos Inorgánicos	0.32 kg	6.4 kg
TOTAL DE RESIDUOS	0.64 kg	12.8 kg

Por lo que:

	promedio de 20 personas		
	cantidad/día	cantidad/sem	cantidad/mes
Residuos Orgánicos	6.4 kg	32 kg	128 kg
Residuos Inorgánicos	6.4 kg	32 kg	128 kg
TOTAL DE RESIDUOS	12.8 kg	64 kg	256 kg

Si consideramos un total de 3 meses y tres semanas tenemos un promedio total de:

960 kg al término de la obra

Todo esto, será controlado mediante sanitarios portátiles, contenedores orgánicos e inorgánicos, así como la reducción, el reciclaje y reuso de residuos que así lo permitan.

Resumiendo todo, tenemos el siguiente resultado:

- o Estimación de residuos a generar por el desmantelamiento: 12.00 ton
- o Estimación de residuos a generar por la construcción: 1.00 ton
- o Estimación de residuos a generar por el personal: 0.960 ton

Total de residuos a generar: 13.960 ton

• **ETAPAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Durante la vida útil del proyecto se generarán, de manera esporádica, restos de madera o zacate producto de la reparación, sustitución o rehabilitación de tablados, pilotes, techo de la palapa, etc. Estos residuos serán retirados del sitio de manera inmediata al finalizar la actividad de mantenimiento en cuestión y serán dispuestos en un sitio de tiro autorizado.

Por otro lado, los usuarios del andador podrían generar pequeñas cantidades de residuos sólidos urbanos (envases y envolturas de papel y/o plástico principalmente); por lo que será necesaria la instalación de contenedores plásticos con tapa para residuos orgánicos e inorgánicos para su almacenamiento temporal. Los contenedores serán trasladados periódicamente para vaciar su contenido e integrarlo con los residuos sólidos de la propiedad del promovente.

2.2.10 INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICION ADECUADA DE LOS RESIDUOS

Dadas las características del proyecto descritas en párrafos anteriores, salvo la instalación de contenedores plásticos con tapa para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos y la instalación de sanitarios portátiles, no será necesaria la implementación de infraestructura especial para el manejo y disposición de los residuos generados durante el desarrollo del proyecto.

3. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACION DE USO DE SUELO

3.1 ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN.

3.1.1 Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por cinco ejes rectores:

- Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos
- Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho
- Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente
- Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad
- Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción.

Además, este documento rector contiene metas específicas por cada programa estratégico, las cuales son cuantificables y por lo tanto sujetas a evaluación; posee también indicadores, instrumentos de medición que sirven para la obtención de objetivos y metas planteadas en relación con los impactos, resultados y productos.

El PED es igualmente una convocatoria abierta para que todos los habitantes del estado participen en este esfuerzo democrático. El objetivo es erradicar la estrechez de miras y fortalecer nuestros valores fundamentales para construir una entidad de desarrollo colectivo, y para darle a la gente Una Nueva Esperanza.

Respecto al Ordenamiento Ecológico dentro del Plan Estatal, se busca regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas en todo el territorio estatal, 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.

En este sentido el proyecto es vinculado a este punto en el presente documento.

3.1.2 Plan de Desarrollo Municipal de Solidaridad

El Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 es el instrumento normativo de largo plazo, rector del proceso de planeación para el desarrollo municipal que expresa claramente las prioridades, objetivos, estrategias y líneas generales de acción en materia política, ambiental, cultural, económica y social del Municipio, para promover y fomentar el desarrollo integral y el mejoramiento en la calidad de vida de la población y orientar la acción de este orden de gobierno y los grupos sociales de los Municipios hacia ese fin.

El objetivo principal de este ordenamiento es orientar la gestión gubernamental a la obtención de resultados que serán supervisados y, cuando las líneas base lo permitan, evaluar mediante la construcción de indicadores el impacto de las actividades del gobierno.

En el plan se señala la obligación del Ayuntamiento de Solidaridad de brindar un ambiente sano, que conserve su biodiversidad, riqueza y equilibrio natural y permita alcanzar una mejor calidad de vida para todos los habitantes y visitantes del municipio.

Por tales motivos, con el objeto de cumplir con la normatividad aplicable, el presente proyecto obedece a la necesidad de realizar una evaluación ambiental para la construcción y operación del muelle rustico de madera.

3.2 INSTRUMENTOS NORMATIVOS APLICABLES

3.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

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

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

Art. 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.

- *En cumplimiento con los artículos 28 y 30 de esta ley, se ingresa a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental.*

ARTICULO 35 BIS 1.- Las personas que presten servicios de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.

- *Se anexa carta protesta de decir la verdad y de utilizar las mejores técnicas y métodos para la realización de la presente manifestación de impacto ambiental.*

ARTICULO 44.- Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

- *Para dar cumplimiento con el presente artículo se somete a evaluación el presente documento.*

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;

III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y

IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.

- *El promovente es consciente de la responsabilidad de proteger y mantener el sitio, por lo que el muelle será construido con madera dura de la región sin tratamiento a base de hidrocarburos y de esta manera, evitar la afectación al agua. El proyecto puede ser considerado como una obra temporal. No se alterará el flujo del agua ni las características del suelo del sitio donde se llevará a cabo su instalación. La naturaleza de la obra consiste en la rehabilitación de un muelle ya existente, durante la existencia del muelle no ha habido cambios ecológicos en el sitio.*

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

- *Las emisiones contaminantes ocurrirán durante el transporte de material y personal. Con la utilización de vehículos en buen estado es posible mantener los niveles por debajo de lo establecido en las normas.*

ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

- *Durante la Etapa de Construcción y de Operación, se colocarán señalamientos para concientizar a los trabajadores y a los usuarios del andador, acerca de la prevención y control de la contaminación del agua.*

ARTÍCULO 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo;

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;

III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
IV. Riesgos y problemas de salud.

- *No se llevará a cabo la disposición de residuos de ningún tipo en el suelo. Los residuos que se generen durante la etapa de construcción serán en su mayoría orgánicos (madera y paja) y en menor medida residuos producto de los trabajadores (restos de comida, envases, etc.) Los residuos serán separados antes de ser recolectados y dispuestos en un sitio de disposición final autorizado. Por las características propias de los residuos y su cantidad, no se considera que estos pudieran ocasionar riesgos y problemas a la salud.*

3.2.2 Reglamento de IGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN **SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:**

I. **Cualquier tipo de obra civil,**

- *El proyecto a desarrollar consiste en un **andador rústico de madera** situado en el área marina y zona federal marítima terrestre frente al hotel Viceroy. Para dar cumplimiento con el presente artículo del reglamento, el proyecto se somete a evaluación mediante el ingreso del Manifiesto de impacto ambiental.*

3.2.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de áreas naturales protegidas

Artículo 88.- Se requerirá de autorización por parte de la Secretaría para realizar obras dentro de las áreas naturales protegidas, atendiendo a las zonas establecidas y sin perjuicio de las disposiciones legales aplicables, las siguientes obras y actividades:

VII. Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del artículo 28 de la Ley;

- *El proyecto no se ubica dentro de un área natural protegida*

3.2.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

- *La generación de dichos residuos será temporal, únicamente ocurrirá durante la etapa de construcción y su volumen se considera escaso. Para su manejo se contará con botes plásticos con tapa los cuales serán trasladados al sitio de disposición final autorizado.*

3.2.5 Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.

- *No se llevará a cabo la disposición de basura o cualquier otro residuo en cuerpos receptores y zonas federales. Tampoco existirán descargas de agua residual.*

3.2.6 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Art. 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales... y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos

- *No se dispondrán residuos de ningún tipo en cuerpos de agua.*

3.2.7 Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Artículo 103.- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.

- *Durante el proyecto las emisiones provendrán en su mayoría de gases de combustión de los vehículos que se utilicen para el transporte*

de material durante la etapa de construcción. Se considera que las emisiones a la atmosfera serán temporales; únicamente durante la construcción y no serán suficientes en cantidad y duración como para ocasionar un desequilibrio ecológico ni daños al ambiente. Sin embargo, serán solicitadas las facturas y bitácoras de mantenimiento a vehículos evidenciando su buen funcionamiento.

Artículo 136.- Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen en el suelo o se infiltren al subsuelo, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I.** La contaminación del suelo y subsuelo;
- II.** Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III.** Las alteraciones en el suelo y subsuelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación; y
- IV.** Riesgos y problemas de la salud.

- *Se contará con botes de basura durante la construcción y operación del andador rustico de madera. Los residuos sólidos que se generen serán acumulados y posteriormente serán dispuestos en un sitio de disposición final autorizado. Se señalizará el sitio para evitar que las personas arrojen basura fuera de los botes que serán colocados.*

Artículo 161.- Quedan prohibidas las emisiones contaminantes ocasionadas por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas. La Secretaría y los Municipios adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.

- *El uso de maquinaria pequeña y en mayor medida de herramientas manuales producirá emisiones de ruido moderado de corta duración y de repetitividad discontinua. No se espera que dichos niveles superen a los establecidos en la normatividad. Durante la operación se utilizará iluminación tenue y únicamente sobre la superficie del muelle para iluminar el paso de la gente evitando así, la afectación a la fauna.*

3.2.8 Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Solidaridad

Se revisó la información contenida en el POEL y el área del proyecto queda fuera de las UGAS de éste como se puede observar en la siguiente figura obtenida de la SEMA:

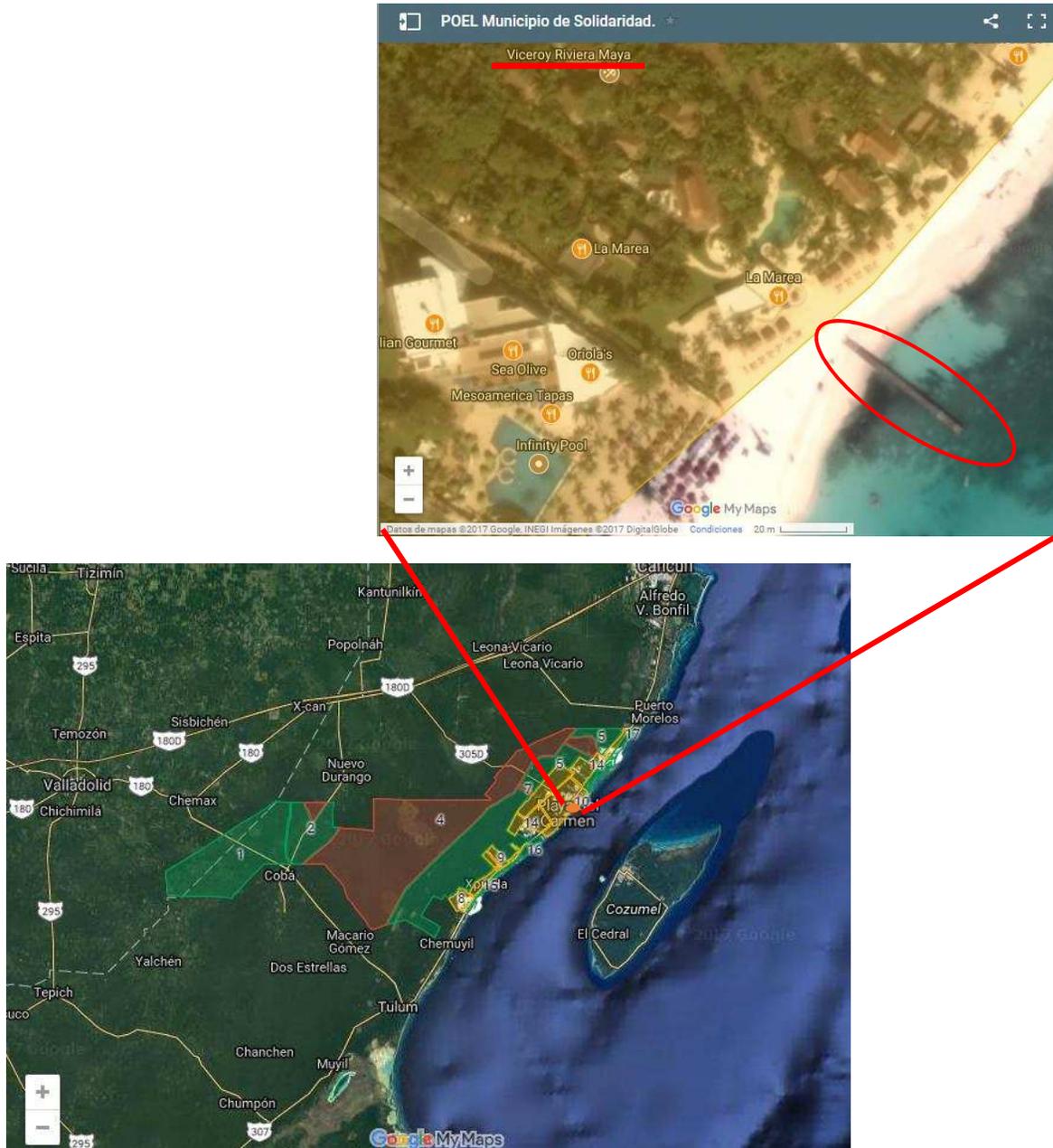


Imagen 3.1. UGA's del POEL del municipio de Solidaridad (Obtenida de la SEMA)

3.2.9 Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad Quintana Roo.

Se revisó la información contenida en el Programa de Desarrollo Urbano, y el proyecto no se encuentra dentro del área regulada por el PDU.

3.2.10 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio ("POEGT") 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.

El POEGT 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.

Bajo ese tenor y debido a la ubicación geográfica del Proyecto, éste se encuentra localizado dentro de la Región Ecológica número 17.33 y la UAB número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo, como se puede apreciar en la Imagen 3.3 inserta líneas abajo.

El POEGT señala que la política ambiental aplicable a esta región y UAB es Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable y su prioridad de atención alta.

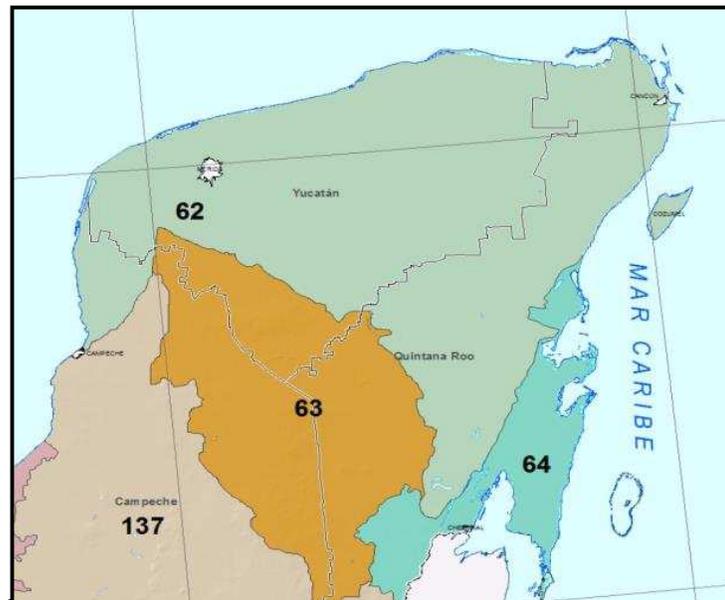


Imagen 3.2 Localización de la UAB 62 en que se localizará el proyecto.

Las características de las UAB 62 se describen en la Tabla que se presenta a continuación:

CLAVE REGION	UAB	NOMBRE DE LA UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIADOS DEL DESARROLLO	OTROS SECTORES DE INTERÉS	POLITICA AMBIENTAL	NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA	ESTRATEGIAS
17.33	62	KARST DE YUCATAN Y QUINTANA ROO	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA TURISMO	DESARROLLO SOCIAL FORESTAL	AGRICULTURA GANADERÍA	PUEBLOS INDIGENAS	RESTAURACIÓN, PROTECCIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	ALTA	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, y 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. Aquellas estrategias correspondientes a la UAB 62 que no se mencionan en el cuadro siguiente no resultan aplicables al Proyecto.

Tabla 3.2 Estrategias aplicables al Proyecto.

ESTRATEGIAS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<p>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</p>	
<p>A) Preservación</p> <p>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>2. Recuperación de especies en riesgo.</p> <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p>	<p><i>En esta MIA-P se exponen de forma precisa las razones técnicas que evidencian que el Proyecto da cumplimiento a las estrategias señaladas en esta sección, pues el proyecto NO generará un desequilibrio ecológico. adicionando que el proyecto consiste en el reemplazo de un andador rústico ya existente.</i></p> <p><i>Al proyecto no le aplican las estrategias 2 y 3 ya que se realizó la caracterización del sitio y no se identificaron especies en riesgo.</i></p>
<p>B) Aprovechamiento sustentable</p> <p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</p>	<p><i>La naturaleza del Proyecto no tiene relación alguna con estas estrategias ya que no contempla realizar actividades de aprovechamiento.</i></p>

<p>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</p> <p>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>8. Valoración de los servicios ambientales.</p>	<p><i>El proyecto permitirá apreciar y valorar el servicio ambiental cultural referente a la Belleza escénica y Recreación.</i></p>
<p>C) Protección de los recursos naturales</p> <p>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</p> <p>10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</p> <p>11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</p> <p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>	<p><i>El proyecto no aplica a los criterios mencionados en el inciso C). punto 9, 10, 11,y 13.</i></p> <p><i>En cuanto al punto número 12, el sitio del proyecto ya cuenta con un andador existente el cual será reemplazado, por lo que no causará daño al ecosistema.</i></p> <p><i>Por otro lado, la estructura del andador proporciona refugio para algunas especies de fauna marina.</i></p>
<p>D) Restauración</p> <p>14. Restauración de los ecosistemas forestales y</p>	<p><i>La naturaleza del Proyecto no tiene relación alguna con suelos agrícolas, por lo que esta estrategia no es aplicable al proyecto en ese tenor.</i></p>

suelos agrícolas.	
<p>E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>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)</p>	<p><i>La naturaleza del Proyecto no tiene relación con esta estrategia. Sin embargo, cuando la autoridad lo requiera se apoyará y participará en este tipo de actividades.</i></p>
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p>	
<p>D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.</p> <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la</p>	<p><i>Los puntos correspondientes al inciso D), no son aplicable al proyecto ya que no consiste en desarrollo de ciudades.</i></p>

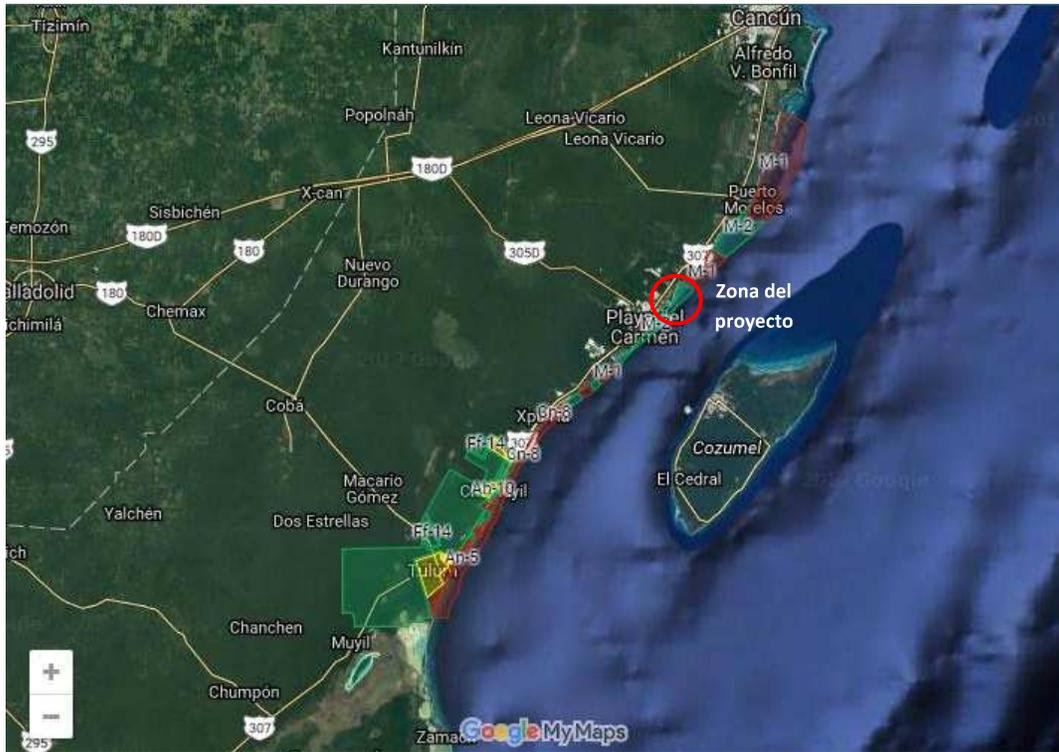
<p>riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	
<p>E) Desarrollo Social.</p> <p>36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. (Cuarta Sección) DIARIO OFICIAL viernes 7 de septiembre de 2012</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de Imaginación.</p>	<p><i>Los puntos correspondientes al inciso E), no son aplicable al proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i></p>

Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
<p>Marco Jurídico.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p> <p>42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>	<p><i>Se cuenta con el respectivo título de propiedad sobre el predio en el cual se asentará el proyecto, a pesar de no tratarse de propiedad rural ni encontrarse personas en situación de vulnerabilidad.</i></p>
<p>B) Planeación del Ordenamiento Territorial.</p> <p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</p>	<p><i>Los puntos 43 y 44, no son vinculantes para el promovente, si no para la autoridad.</i></p>

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.

3.2.9 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) corredor Cancún-Tulum

El POET corredor Cancún-Tulum, establece que el proyecto ANDADOR RÚSTICO TIPO MUELLE, se ubica en las UGA M2 denominada Litoral Costero, como se puede apreciar en la imagen siguiente:



UGA	M2
Nombre	Litoral costero
Política/ Fragilidad	Conservación/3.
Uso predominante	Actividades Marinas.
Usos Compatibles	
Usos	Flora y Fauna, Infraestructura, Pesca,
Usos	Acuicultura.

Imagen 3.2. UGA del POET Corredor Cancún-Tulum (sitio del proyecto enmarcado en rojo)

A continuación, se vinculan las actividades del proyecto a los criterios del programa de la UGA M2:

Tabla 3.1 Criterios del POET Corredor Cancún-Tulum UGA M2

USO	NÚMERO	CRITERIO	VINCULACIÓN
APS	1	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.	No aplica, ya que la pesca no es una actividad contemplada para este proyecto
APS	2	Queda prohibido el uso de químicos o	No aplica, ya

		aparato electrónicos y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato.	que quedará prohibida la captura de animales marinos
C	6	Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos.	No aplica, no se harán trabajos de canalización y dragado
EI	30	La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.	No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle
EI	31	La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle
EI	32	La instalación de marinas estará supeditada a los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.	No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle
EI	33	La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geohidrológicos especiales y apego a normas internacionales.	No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico que servirá para uso de los huéspedes del hotel y no servirá para resguardo de embarcaciones.
EI	34	La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle
EI	50	En las obras de infraestructura sobre áreas marinas o cuerpos de agua, se prohíbe el uso de aceite quemado y de otras sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera.	No se utilizará aceite quemado ni sustancias tóxicas en el tratamiento de la madera del andador.
FF	3	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.	No aplica, ya que no se pretenden capturar mamíferos

			<i>marinos</i>
FF	22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	<i>No aplica, ya que no se introducirán especies exóticas</i>
FF	25	Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.	<i>No aplica, no se removerán pastos del fondo marino</i>
FF	26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	<i>No aplica, no se usarán explosivos, dragados o construcciones, ni se encuentra cercana a arrecifes y manglares.</i>
FF	27	La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle</i>
FF	28	No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle en el cual no anclarán embarcaciones y se encuentra a más de 35m al arrecife.</i>
FF	29	El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenales y ceibadales.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle en el cual no anclarán embarcaciones</i>
FF	30	No se permitirá la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales, ni arrojar ningún tipo de desperdicios en los arrecifes.	<i>No aplica</i>
FF	31	Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa en forma de espigón	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle el</i>

			<i>cual no tendrá estructuras promotoras de playa en forma de espigón</i>
FF	34	En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-059-1994, deberán realizarse los estudios necesarios para determinar las estrategias que permitan minimizar el impacto negativo sobre las poblaciones de las especies aludidas en esta norma.	<i>Se realizaron estudios de caracterización del sitio En el área de estudio no se encontró ninguna de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. los estudios se hicieron en base a la nom 2010</i>
MAE	2	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a Manifestación de Impacto Ambiental, la que deberá analizar con detalle las implicaciones que éstas generen en los predios colindantes.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no incluye medidas de control de la erosión costera.</i>
MAE	6	Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no realizará vertido de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables</i>
MAE	56	Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.	<i>No le aplica toda vez que el muelle va a ser de uso turístico únicamente como andador y no considera realizar actividades recreativas marinas. Se considera que</i>

			<p>su construcción será fuera del periodo de anidación de tortugas para evitar afectarlas</p>
TU	6	La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeto a estudios específicos.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no se encuentra en área arrecifal</p>
TU	7	Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no se ubica en caletas y cenotes costeros</p>
TU	8	Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no considera actividades náuticas.</p>
TU	9	No se permite el acuatizaje de hidroaviones.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no considera acuatizaje de hidroaviones</p>
TU	19	No se permitirá la práctica de ningún tipo de deporte acuático motorizado a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no se encuentra cercana a formaciones coralinas</p>
TU	20	No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.	<p>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico</p>

			<i>tipo muelle que no considera el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo o esnorqueleo masivos.</i>
TU	22	En el desarrollo de los proyectos Turísticos, se deberán mantener los ecosistemas excepcionales tales como formaciones arrecifales, selvas subperennifolias, manglares, cenotes y caletas, entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna incluidos en la NOM-059.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y se mantendrán los ecosistemas excepcionales.</i>
TU	25	La práctica de cualquier tipo de deporte acuático motorizado, deberá contar con las autorizaciones correspondientes y garantizar la seguridad de los bañistas. Estableciendo las zonas de entradas y salidas de embarcaciones (entradas y rutas).	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y no considera la práctica de deportes acuáticos motorizados.</i>
TU	28	Solo se permite la utilización de lagunas costeras y arrecifales para el aterrizaje de hidroaviones, con fines de inspección, vigilancia, investigación y emergencias.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle que no contempla aterrizaje de hidroaviones.</i>
TU	29	Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y no se encuentra cerca de formaciones arrecifales.</i>
TU	30	En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	<i>No aplica, ya que no se practicará buceo</i>
TU	33	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales, de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y no</i>

		nocturnas.	<i>se encuentra en un canal de acceso a lagunas arrecifales.</i>
TU	34	Los prestadores de servicios turísticos o comerciales y los instructores o guías, deberán proporcionar a los usuarios las condiciones de seguridad necesarias para realizar las actividades para las cuales contraten sus servicios, de acuerdo a la legislación aplicable en la materia.	<i>No aplica ya que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y no contempla servicios turísticos o comerciales.</i>
TU	36	Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.	<i>No aplica ya que el proyecto no se encuentra en un canal de acceso a lagunas arrecifales.</i>
TU	37	Queda prohibido realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas, con excepción de casos de emergencia en la que se exponga la seguridad de vidas humanas.	<i>El proyecto consiste en un andador rústico y no se contempla resguardo de embarcaciones ni mantenimiento de éstas.</i>
TU	38	Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o mas metros de calado en las lagunas arrecifales.	<i>No aplica, el andador se utilizará únicamente como andador peatonal, no para embarcaciones de motor y no se encuentra en una laguna arrecifal</i>
TU	40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre	<i>Se colocarán letreros informativos y de concientización para prohibir alimentar a la fauna silvestre del lugar.</i>
TU	41	Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas	<i>No se pretende llevar a cabo actividades turísticas</i>

			<i>marinas</i>
TU	42	Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales	<i>El proyecto consiste en un andador rústico y no se contempla el uso de plataformas marinas o similares.</i>

3.2.12 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y mar Caribe

Con fecha 24 de noviembre del año 2012, publica el 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, tal y como se muestra a continuación.

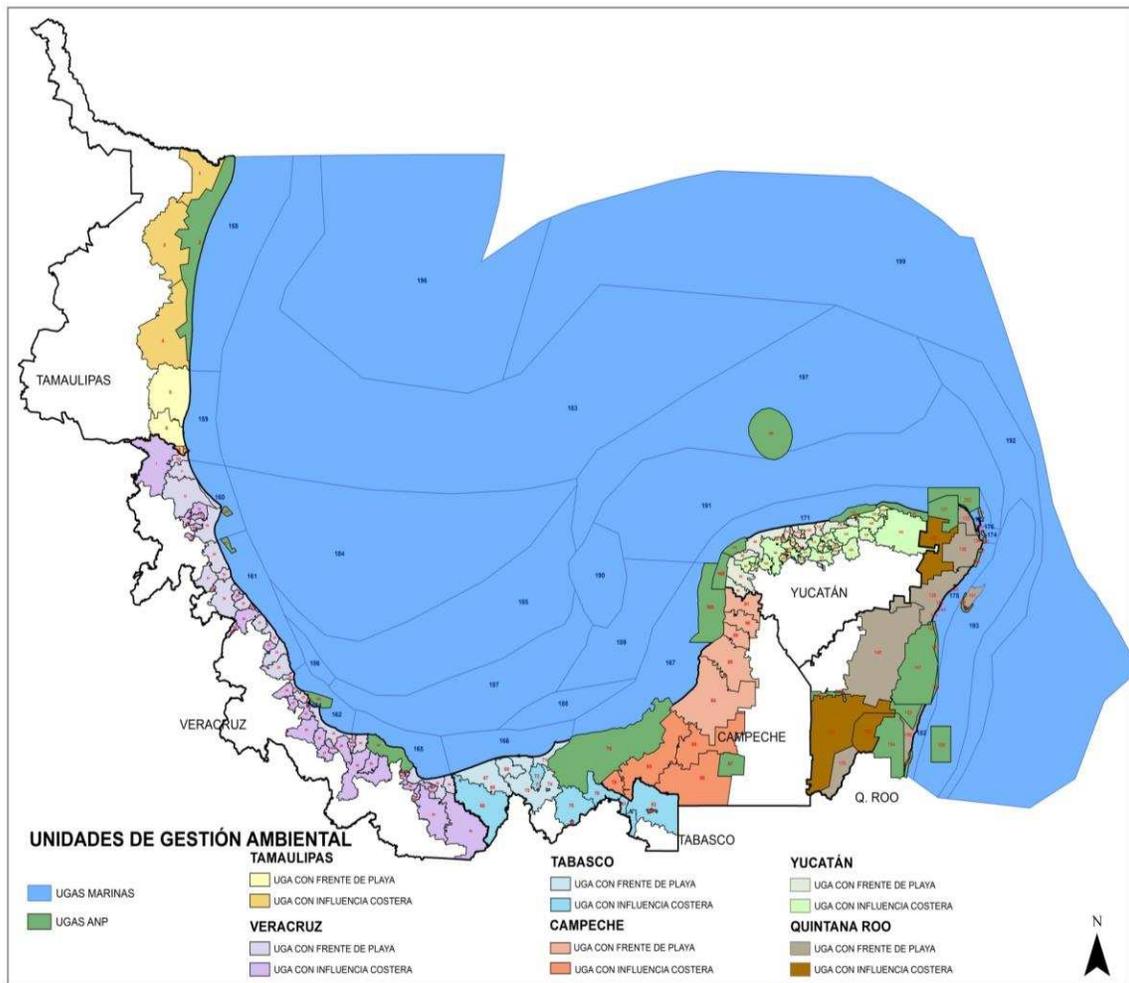


Imagen 3.4 UGA's del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En base a dicho ordenamiento, se establece que el proyecto ANDADOR RÚSTICO TIPO MUELLE, se ubica en las UGA's 139 denominada SOLIDARIDAD y 178 denominada Zona Marina de Competencia Federal, mismas que tienen prevén.

Unidad de Gestión Ambiental #139

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135,237 Habitantes	
Superficie:	327,229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

Acciones Específicas UGA #139							
Acci	Aplic	Acci	Aplic	Acci	Aplic	Acci	Aplic
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	NA	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	APLI	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	NA	A-	NA

A-	APLI	A-	NA	A-	NA	A-	NA
A-	APLI	A-	NA	A-	NA		
A-	APLI	A-	APLI	A-	NA		
A-	APLI	A-	APLI	A-	APLI		
A-	APLI	A-	APLI	A-	NA		

NA = NO APLICA

Imagen 3.5. Descripción de la UGA 139 de Nombre SOLIDARIDAD, correspondiente al Municipio de Solidaridad y la tabla de acciones específicas correspondiente.

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

Para el caso del proyecto que nos ocupa, se analizan las acciones de carácter general y específico que le son aplicables de acuerdo a la UGA en donde se ubica, tal y como se muestra a continuación:

Tabla 3.4. Acciones Generales

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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	producción.	
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).	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	evitar la fragmentación del hábitat.	
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G028	Promover el uso de energías renovables.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G032	Promover la generación y uso de	<i>Es una obligación aplicable para</i>

	energía a partir de hidrógeno.	<i>la autoridad y no al promovente.</i>
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	<i>No aplica al presente proyecto porque no es una instalación doméstica.</i>
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente..</i>
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	locales en el ASO.	
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las	<i>Es una obligación aplicable para</i>

	localidades nodales.	<i>la autoridad y no al promovente.</i>
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPAFEST que resulten aplicables.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	y el Decreto de creación correspondiente.	
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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.	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>
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	<i>Es una obligación aplicable para la autoridad y no al promovente.</i>

	Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	
--	---	--

A esta UGA no le aplican las siguientes acciones específicas: A-004, A-034, A-035, A-036, A-041, A-042, A-043, A-045, A-047, A-048, A-049 y del A-073 al A-100; por lo cual no se realiza su vinculación.

Tabla 3.5. Criterios específicos UGA 139

CRITERIOS ESPECIFICOS		
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se contempla actividades de comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</i>
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se contempla actividades de comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.</i>
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	<i>No aplica al presente proyecto porque no contempla el uso de fertilizantes, ni actividades agropecuarias y forestales.</i>
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	<i>No aplica al presente proyecto porque no contempla procesos de distribución de agua</i>
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	<i>No aplica al presente proyecto porque no contempla el aprovechamiento de agua</i>
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o	<i>Se promueve la restauración de manera indirecta ya que el muelle servirá como refugio para</i>

	restauración de ecosistemas naturales.	<i>algunas especies marinas.</i>
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	<i>El Hotel ya se encuentra en operación y ha cooperado con la autoridad correspondiente en cuanto a los procedimientos durante la temporada de anidación de la tortuga marina.</i>
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	<i>El Hotel ya se encuentra en operación y ha cooperado con la autoridad correspondiente en cuanto a los procedimientos durante la temporada de anidación de la tortuga marina.</i>
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	<i>El Hotel ya se encuentra en operación y ha cooperado con la autoridad correspondiente en cuanto a los procedimientos durante la temporada de anidación de la tortuga marina.</i>
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se trata de una actividad agropecuaria</i>
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.	<i>El proyecto no pretende la remoción de ningún tipo de vegetación.</i>
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se contemplan actividades marítimas.</i>

	términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se ubica en zona de manglares o humedales.</i>
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se encuentran instalaciones sobre dunas arenosas en la zona costera del ASO.</i>
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se encuentra dentro o colindante a un ANP.</i>
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se encuentra en una zona degradada.</i>
A0A18	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).	<i>El Hotel ya se encuentra en operación y ha cooperado con la autoridad correspondiente en cuanto a los procedimientos durante la temporada de anidación de la tortuga marina. Por otro lado, se realizó un estudio de la caracterización del lugar del proyecto en la que no se identificaron especies enlistadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010.</i>
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se contemplan</i>

	formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	<i>programas de remediación.</i>
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no es contempla actividades de manejo de caña</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se encuentra en zonas industriales y urbanas del ASO</i>
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se manejarán hidrocarburos.</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque no existe contaminación al suelo.</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque no consiste en una industria</i>

A0A25	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.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una industria</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una industria</i>
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	<i>Se ocuparán únicamente las superficies mencionadas en el capítulo 2 del presente MIA así como los planos anexados.</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque el proyecto no ocupará área con duna.</i>
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	<i>Para el presente proyecto se realizó un estudio hidrodinámico en el que se estableció que la estructura del andador rústico tipo muelle no alterará el comportamiento hidrodinámico de la zona asegurando así la preservación del perfil de la</i>

	objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	<i>Se cumple toda vez que los procedimientos de construcción que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas incluyen el cuidado al medio ambiente (ejemplo: tarquinas de captación de sedimentos)</i>
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se encuentra colindante a sistemas lagunares costeros.</i>
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	<i>Para el presente proyecto se realizó el estudio hidrodinámico en el que se demostró que el proyecto no afectará las características naturales, físicas y químicas de la playa y duna costera.</i>
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	<i>Se tomará en consideración instalar paneles solares para la generación de energía eléctrica.</i>
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>

	programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque compete a la autoridad, no al promovente.</i>
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se realizarán caminos.</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>

A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto ya que éste no se encuentra en un sitio mencionado en el criterio A057.</i>
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	<i>No aplica al presente proyecto porque no se encuentra en una área ocupada por personas en zona de riesgo</i>
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	<i>No aplica al presente proyecto</i>
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	<i>No aplica al presente proyecto</i>
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo	<i>No aplica al presente proyecto porque no se contempla el manejo y disposición de residuos peligrosos.</i>

	especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no se contempla la generación de aguas residuales.</i>
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	<i>No aplica al presente proyecto porque no consiste en construcción de viviendas</i>
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	<i>No aplica al presente proyecto porque no consiste en plantas de tratamiento</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto porque no consiste en el manejo de aguas residuales</i>
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no contempla el aprovechamiento de agua.</i>
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.	<i>Considerando que el proyecto no será de grandes dimensiones, los residuos generados durante la construcción serán anexados a los residuos del hotel para ser manejados y dispuestos a un sitio autorizado.</i>

A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	<i>Considerando que el proyecto no será de grandes dimensiones, los residuos generados serán anexados a los residuos del hotel para ser manejados y dispuestos a un sitio autorizado.</i>
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	<i>Se participará en las campañas propuestas por las autoridades correspondientes o en la zona del proyecto</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto, sin embargo, se participará y apoyará a la autoridad en este tipo de actividades cuando lo requiera..</i>
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.	<i>No aplica al presente proyecto.</i>
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500	<i>No aplica al presente proyecto porque no es una infraestructura portuaria.</i>

	<p>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.</p>	
--	---	--

Respecto de la UGA 178 a continuación, se hace la vinculación con los criterios específicos aplicables:

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:	<p>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.</p>	

Imagen 3.6 Ubicación de la UGA 178 y tabla de 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

Tabla 3.6. Tabla de Criterios de la UGA 178

UGA 178- ZONA MARINA DE COMPETENCIA FEDERAL		
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	<i>No le aplica al proyecto considerando que se encuentra en una zona turística</i>
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por	<i>SE CUMPLE</i> <i>No se introducirá ningún tipo de especie.</i>

	actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	<i>No aplica ya que no se encuentran ANP's que sean vecinas inmediatas al proyecto.</i>
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).	<i>SE CUMPLE</i> <i>Se ha realizado una caracterización de la fauna y vegetación del sitio y no se identificaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	<i>SE CUMPLE</i> <i>No aplica para este proyecto porque no se encuentra en zonas afectadas por hidrocarburos.</i>

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.	<i>SE CUMPLE</i> <i>No se generarán residuos peligrosos</i>
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.	<i>SE CUMPLE</i> <i>El proyecto no modificará el perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa.</i>
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	<i>No aplica toda vez que el proyecto consiste en un andador rústico tipo muelle y la generación de energía para la iluminación del muelle durante la operación será muy baja por lo que la energía eólica no aplica en este caso.</i>
A034	Promover mecanismos de generación de	<i>No aplica toda vez que el proyecto</i>

	energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	<i>consiste en un andador rústico tipo muelle</i>
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad productiva</i>
A041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad pesquera</i>
A042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	<i>El proyecto no contempla actividades pesqueras en el sitio, sin embargo, se colocará señalamiento prohibiendo esta actividad.</i>

A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	<i>No aplica al presente proyecto ya que no consiste en una actividad pesquera</i>
A045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	<i>No aplica, el proyecto no contempla el uso de fauna</i>
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla el uso o anclaje de embarcaciones.</i>
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.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla desarrollar actividades pesqueras.</i>
A048	Contribuir a redimensionar y	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla desarrollar actividades pesqueras.</i>

	ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
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.	<i>Se promoverá la comunicación entre el sector turismo y el sector conservación con las autoridades municipales correspondientes.</i>
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de	<i>No aplica ya que el proyecto es únicamente un andador rústico</i>

	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.	
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.	<i>No aplica ya que el proyecto es únicamente un andador rústico</i>

3.2.12.1 Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo: Frente del Municipio de Solidaridad

Considerando que la franja de aguas marinas con corrientes alineadas a la costa es un espacio que presenta una intensidad de uso mucho mayor que el resto de la corriente costera, se ha optado por definir para fines del presente ordenamiento la **Zona Costera Inmediata**, como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina. Esta zona

será manejada como un espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que, lejos de remplazar, complementan las acciones definidas por UGA en el cuerpo general de este documento.

El sitio del proyecto se encuentra en la **Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad**, Quintana Roo (frente del municipio de Solidaridad), como se muestra en la siguiente imagen:

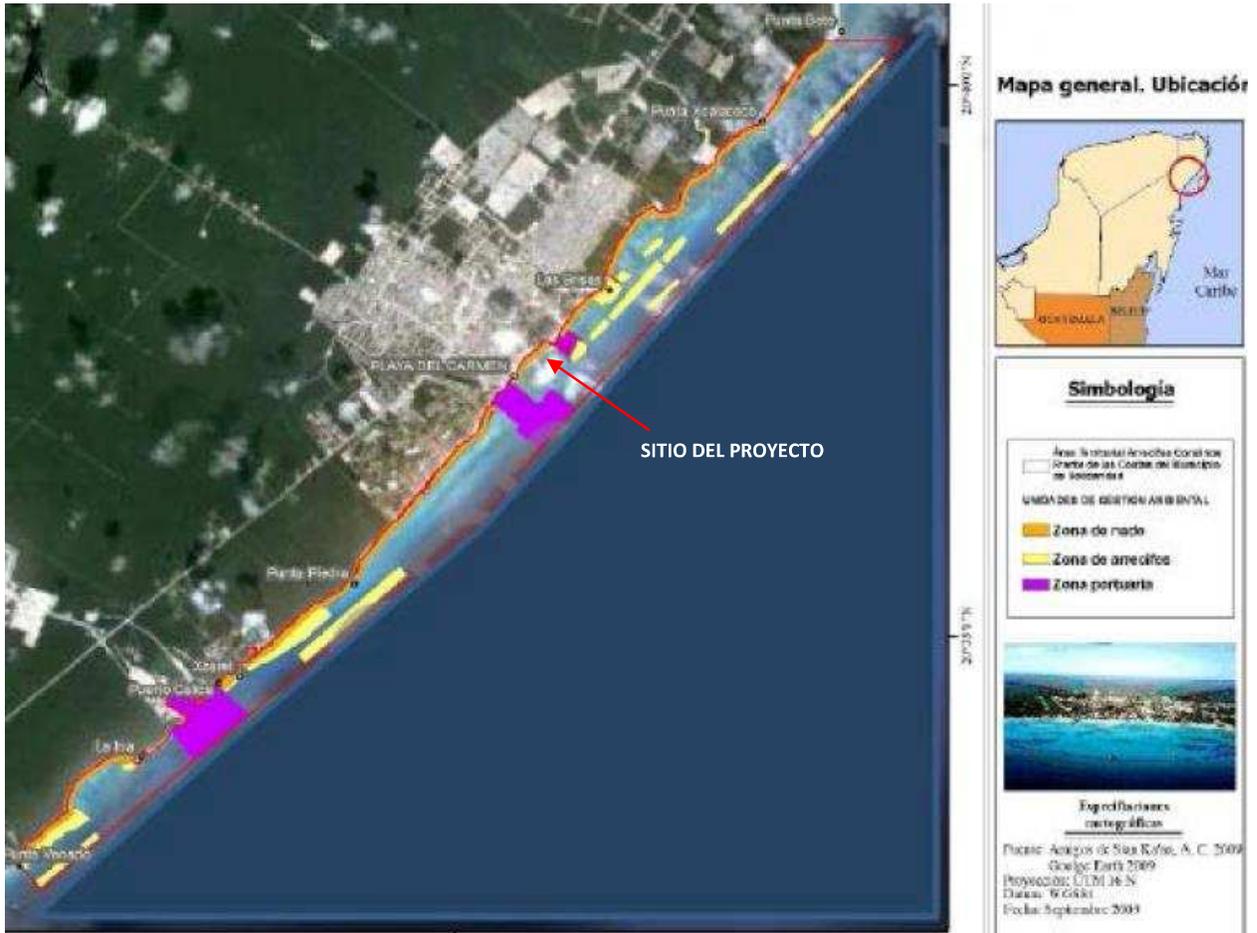


Imagen 3.7. Sitio del proyecto ubicado en la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad.

Tabla 3.7. Criterios generales y específicos de la zona costera Inmediata al Municipio de Solidaridad aplicables al proyecto.

CLAVE	CRITERIOS GENERALES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SOL-G-1	Las obras o actividades que impliquen la extracción de	Todos los trabajos planteados en esta MIA-P

	<p>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>	<p><i>proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier impacto ambiental que pueda presentar en su desarrollo.</i></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 vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.</p>	<p><i>Todos los trabajos planteados en esta MIA-P proponen y consideran medidas de prevención y mitigación de cualquier impacto ambiental que pueda presentar en su desarrollo.</i></p>
SOL-G-3	<p>Para aquellos eventos temporales de carácter</p>	<p><i>No aplica al proyecto porque no considera</i></p>

	<p>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.</p>	<p><i>realizar eventos culturales</i></p>
SOL-G-4	<p>Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geotubos y cualquier barrera que obstruya o modifique los cauces principales del flujo y reflujo de marea para evitar el desbalance en los procesos costeros, con excepción de aquellos proyectos para fines de conservación y restauración de playas que impliquen una solución de manejo integral costero.</p>	<p><i>No se considera la instalación de infraestructura tipo espigones, geotubos o cualquier otro tipo de barrera</i></p>
SOL-G-5	<p>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>	<p><i>Se instalarán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sanitarios portátiles para los trabajadores. Las aguas residuales serán tratadas por una empresa autorizado para el manejo y disposición de éstas.</i></p> <p><i>En la etapa de operación, los huéspedes utilizarán los sanitarios de las</i></p>

		<i>instalaciones del hotel.</i>
SOL-G-6	Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.	<i>El proyecto no utilizará explosivos de ningún tipo</i>
SOL-G-7	La autorización para la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski, y similares, deberá considerar la elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema, con el fin de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciando así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle y no considera la prestación de servicios acuáticos motorizados.</i>
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	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle y no contempla actividades acuícolas</i>

	<p>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.</p>	
SOL-G-9	<p>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.</p>	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla actividades pesqueras.</i></p>
SOL-G-10	<p>Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.</p>	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla actividades pesqueras</i></p>
SOL-G-11	<p>Fomentar que los distintos</p>	<p><i>No aplica toda vez que el</i></p>

	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.	<p><i>proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla actividades pesqueras ni acuático-recreativas</i></p>
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.	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla actividades de pesca deportiva</i></p>
SOL-G-13	Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área, cumpliendo con la normatividad aplicable, dispondrán de un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar.	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El área del proyecto no contempla el tránsito de embarcaciones mayores</i></p>
SOL-G-14	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	<p><i>se han previsto medidas para asegurar que no se alteren los procesos de flujos de agua ni la dinámica hidrológica de la zona, mediante el espaciamiento de los postes en los que se soporta el andador a una distancia de 3.0 metros entre sí.</i></p>
SOL-G-15	Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza,	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador</i></p>

	<p>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.</p>	<p><i>rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas</i></p>
SOL-G-16	<p>La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambio de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.</p>	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla la instalación de infraestructura portuaria</i></p>
SOL-G-17	<p>Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.</p>	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p> <p><i>El proyecto no contempla el uso o anclaje de embarcaciones al andador.</i></p>
SOL-G-18	<p>Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles</p>	<p><i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i></p>

	fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales.	<i>El proyecto no contempla realizar actividades que contaminen el agua.</i>
SOL-G-19	Se evitará el abandono de embarcaciones.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla el abandono de embarcaciones</i>
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 resuspensión de sedimentos.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla el uso de vehículos acuáticos motorizados o similares</i>
SOL-G-21	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla la utilización de embarcaciones</i>
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.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla actividades con embarcaciones</i>
SOL-G-23	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla acuatizajes con hidroaviones</i>
SOL-G-24	Se evitará la extracción, captura o comercialización de	<i>El proyecto no contempla la captura o comercialización</i>

	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.	<i>de flora y fauna</i>
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.	<i>El proyecto no contempla la captura o comercialización de flora y fauna</i>
CLAVE	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA ZONAS DE NADO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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 como lixiviados, plaguicidas y/o pesticidas, la limitación de	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla obras hidráulicas</i>

	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.	<i>No aplica ya que el proyecto no se instalará en un área de fragilidad ecológica, como arrecifes</i>
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.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla el uso de artefactos de baja velocidad</i>
SOL-N-4	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	<i>No aplica ya que el proyecto no contempla actividades pesqueras</i>
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.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico. El proyecto no contempla la construcción de marinas, muelles ni instalaciones de servicios asociados, sin embargo se promoverá la separación de residuos colocando botes como almacén temporal, que se recolectarán de manera diaria para ser anexados a los residuos del hotel y posteriormente dispuestos a</i>

		<i>un sitio de disposición final autorizado.</i>
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).	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle. El proyecto no contempla actividades de recarga de combustible a motores o embarcaciones.</i>
SOL-N-7	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle. El proyecto no contempla el tránsito de embarcaciones</i>
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.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle. El proyecto no contempla resguardo de embarcaciones</i>
SOL-N-9	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle. El proyecto no contempla uso de embarcaciones</i>
SOL-N-10	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador</i>

	zonas arrecifales y de nado.	<i>rústico tipo muelle.</i> <i>El proyecto no contempla el uso de motos acuáticas o lanchas</i>
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.	<i>No aplica toda vez que el proyecto contemple la instalación de un andador rústico tipo muelle.</i> <i>El proyecto no se encuentra en un canal de acceso a lagunas</i>
SOL-N-12	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<i>No aplica ya que no se removerán pastos ni flora marina.</i>
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.	<i>El hotel colabora con las autoridades correspondientes durante la época de anidación de tortugas marinas. En la zona no se efectúa el amarre de embarcaciones</i>
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.	<i>Quedará prohibida a todo usuario del andador, la recolección, remoción o trasplante de organismos o materiales naturales, así como arrojar desperdicios en los arrecifes y suelo marino.</i> <i>Se colocará señalamiento para prohibir estas conductas.</i>

3.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

La zona del proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida.

3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyen diesel como combustible.

- *Respecto a las dos normas anteriores, se verificará que los vehículos de transporte de material y personal laboral se encuentren en buen estado para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles.*

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

- *Las actividades del proyecto generarán ruido moderado-intenso de forma intermitente y de corta duración. El ruido será ocasionado durante la etapa de construcción (colocación de los pilotes, corte de madera, barrenación y clavado de tablas, etc.) Se controlarán los límites permisibles de emisión de ruido mediante el mantenimiento de equipo, vehículos y maquinaria entregando evidencias de facturas y bitácoras de mantenimiento resientes.*

Adicionalmente se consideran las siguientes normas de seguridad laboral para darles cumplimiento:

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad

NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. D.O.F. 17-IV-2002.

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción
de
un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.



NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el
trabajo-Organización y funciones.

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

4.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Posterior a la obtención de los resultados de los modelos predictivos realizados en la zona marina y entendiéndose que la infraestructura que se propone en el presente documento presenta impactos muy puntuales tanto en el ambiente marino como terrestre, se discrimina la delimitación del Sistema Ambiental usando parcialmente el polígono de "asentamientos humanos" de la capa de la Serie V del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) relativa al uso de suelo y vegetación en la zona, esto para la parte terrestre (este) y en cuanto la parte marina (oeste) se establece un buffer de 5 km mediante sistemas de información geográfica, considerando dicha distancia una exageración toda vez que los modelos predictivos nos indican externalidades perceptibles a 200 metros a ambos lados del Andador propuesto. De manera general el Sistema Ambiental cuenta con 4235.43 hectáreas y se visualiza en la siguiente imagen:

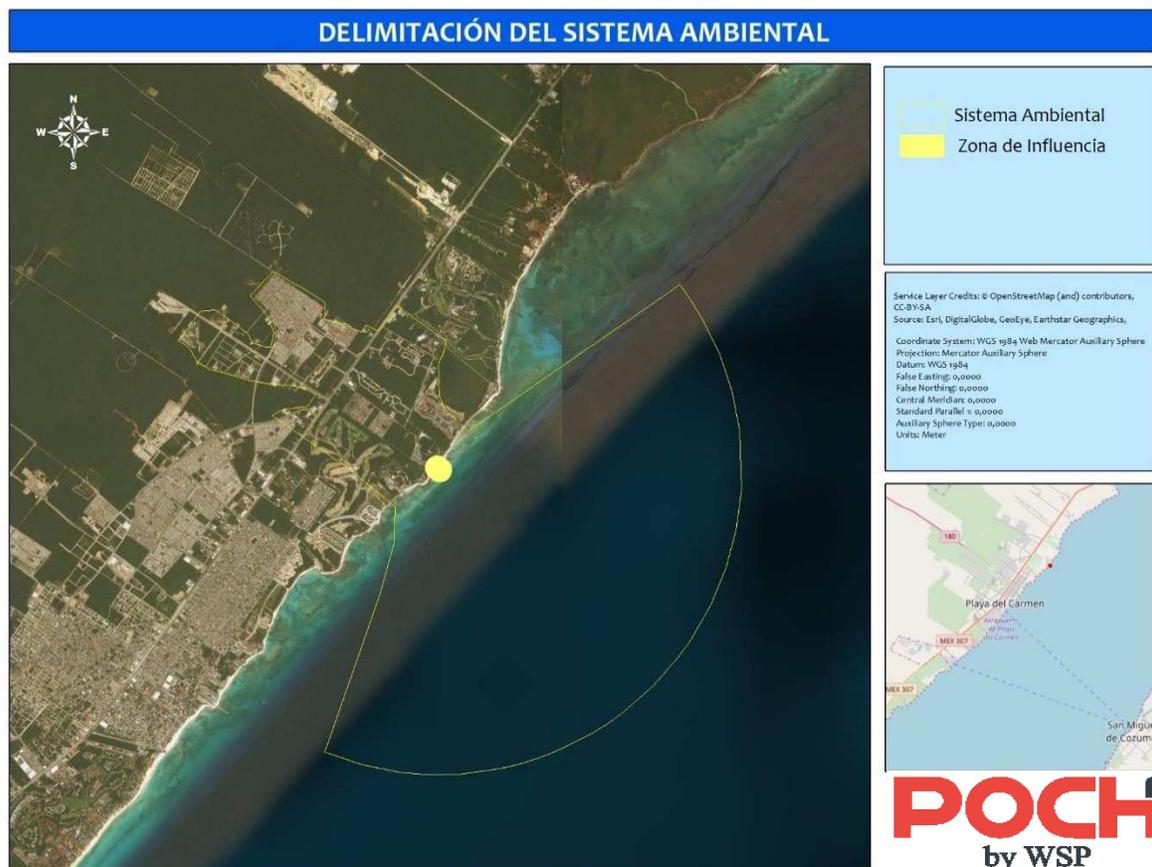


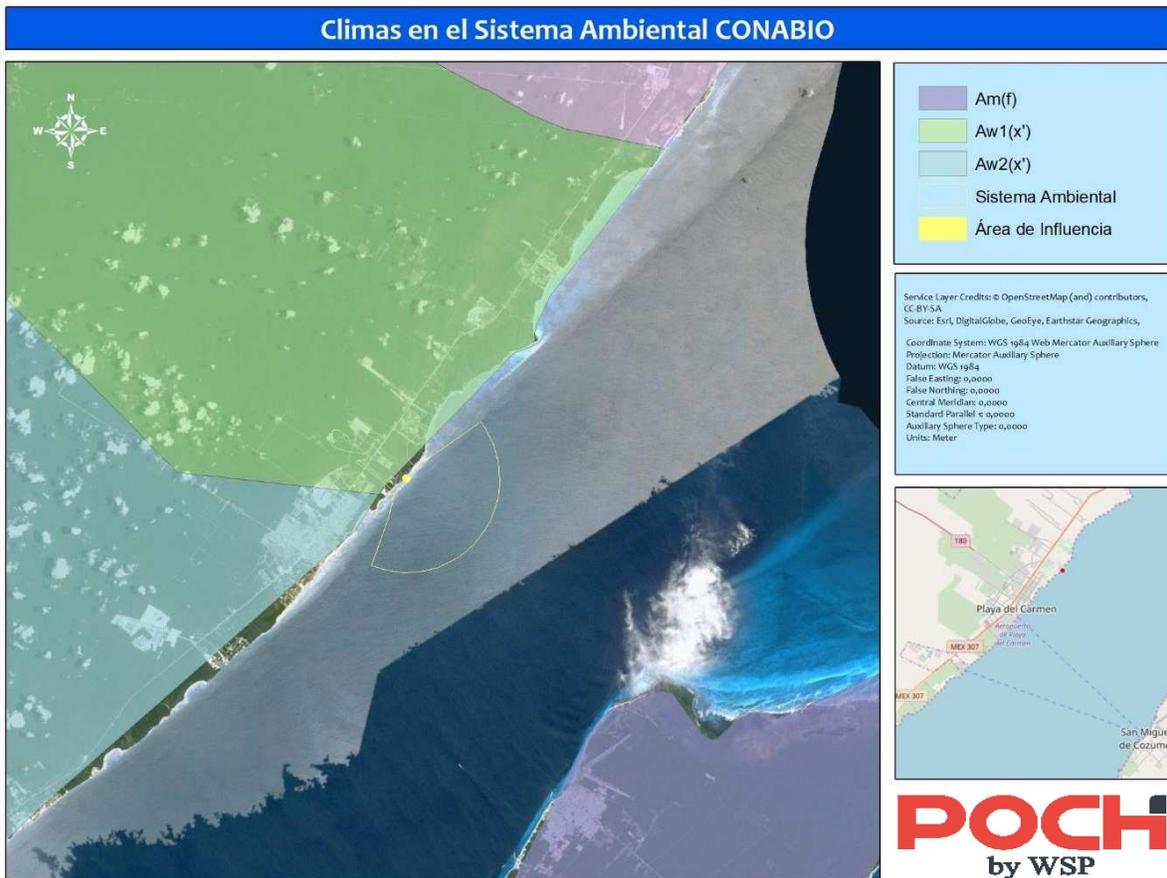
Imagen 4.1. Delimitación del Sistema Ambiental.

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

4.2.1 Aspectos abióticos en el Sistema Ambiental

4.2.1.1 Clima

En el municipio de Solidaridad y de igual manera en nuestro Sistema Ambiental se presenta el subtipo climático Aw1 de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García. Este subtipo es de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, se presenta al oeste y se prolonga en los estados de Campeche y Yucatán. Manifiesta diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el más frío de 5 °C y 7 °C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad y con lluvias todo el año. La temperatura media anual es de 26°C. Los vientos predominantes son los del sureste con una velocidad promedio de 3.2 N/s. La precipitación pluvial anual oscila entre



los 1300 y los 1500 mm con estación de lluvias de marzo a octubre.

Imagen 4.2. Tipo de clima del Sistema Ambiental, figura generada mediante datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

4.2.1.2 Vientos

El estado de Quintana Roo está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes principalmente la Corriente del Golfo de México que propicia un clima cálido y lluvioso. Predominan los vientos del este y sureste, los cambios de esta dirección ocurren con la presencia de eventos extremos como huracanes o fuertes frentes fríos.

Durante febrero y septiembre el patrón de vientos es dominante del este, estos vientos alcanzan veloces ráfagas durante el periodo de octubre a abril, principalmente en noviembre-diciembre donde alcanzan hasta los 12 nudos.

El Municipio de Solidaridad se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad, se presentan principalmente durante la época de secas.

Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial.

La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán. Estos vientos afectan la región noroeste del Caribe, con velocidades que van de 50 a 100 Km/hr, pudiendo alcanzar rachas mayores con una duración de dos días, pero las tormentas severas pueden permanecer hasta cuatro días ocasionando lluvias, chubascos y un marcado descenso de la temperatura.

4.2.1.3 Eventos climáticos extremos (huracanes)

Los principales fenómenos climatológicos en la Península de Yucatán son los huracanes. El período de ocurrencia para toda la Península de Yucatán se extiende desde Junio hasta Noviembre. La incidencia ciclónica para el estado es una de las más importantes de toda la Península, pues prácticamente alcanza una ocurrencia de cerca del 40% de los eventos de huracanes.

Los datos de la cantidad y probabilidad de huracanes en la costa del estado de Yucatán (1900-2005) muestran que la máxima ocurrencia se presenta en el Canal de Yucatán con más de 70 en 105 años, mientras que las mínimas están hacia el suroeste, en las cercanías de nuestro Sistema Ambiental.

Los efectos destructores más importantes se reflejan en la acumulación de importantes cantidades de agua en un tiempo muy corto, que exceden la capacidad natural de drenaje de las cuencas, provocando avenidas

extraordinarias y traduciéndose en inundaciones en las partes bajas y planas de extensas zonas de la Península. Los huracanes que más daños han causado en la región son: Allen en 1980; Gilberto (categoría 5) en 1988; Opal y Roxanne en 1995; Keith en 2000; Isidoro en 2002 y Wilma 2005.

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), analizando datos desde 1895 a la fecha. Se localizaron los huracanes y tormentas tropicales presentados en la siguiente imagen:

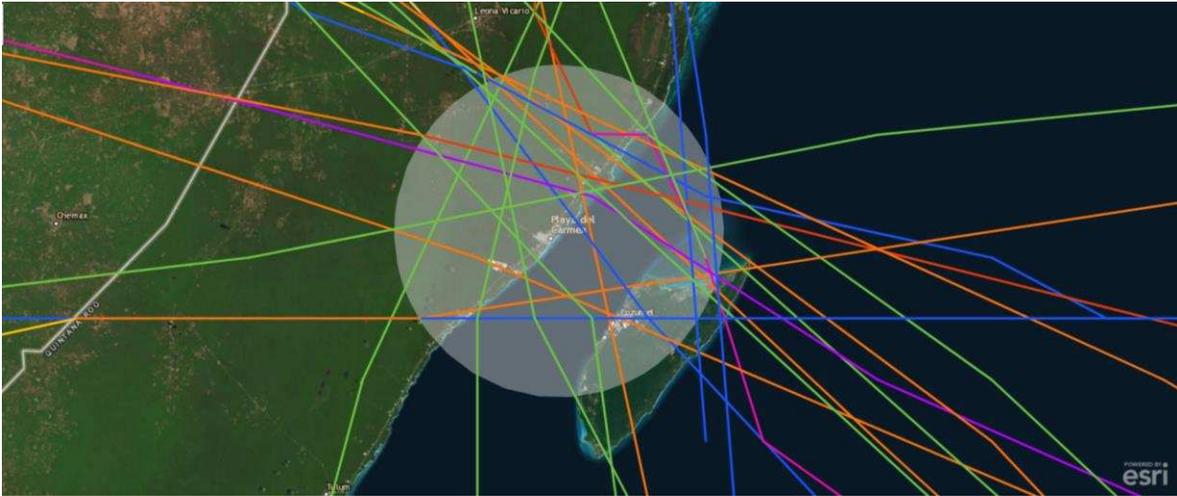


Imagen 4.3. Fenómenos atmosféricos registrados en un radio de 30 kilómetros del sitio del proyecto. Imagen tomada de National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Se aprecian un total de 23 meteoros que han de la zona puntual del Proyecto a un diámetro de 30 km.

A continuación, a manera de complemento de la información ya expuesta, se presenta una tabla con los Huracanes que han afectado las costas de la Península de Yucatán y en especial del estado de Quintana Roo de 1980 al 2008 según el Sistema Meteorológico Nacional:

Tabla 4.1. Listado de Huracanes que afectaron al Estado de Quintana Roo de 1988 a 2008. Fuente: SMN (2015).

AÑO	NOMBRE	CATEGORIA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MAS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio - Fin)	VIENTOS MAX
2007	DEAN	H5 [H2]	Puerto Bravo, Q Roo [Tecolutla, Ver]	Q ROO, CAMP, VER, PUE, HGO, QRO.	13-23 Ago	260 [155]
2005	WILMA	H4	Cozumel-Playa del Carmen, QR	QROO, YUC.	15-25 Oct	230

AÑO	NOMBRE	CATEGORIA EN IMPACTO	LUGAR DE ENTRADA A LA TIERRA O COSTA MAS CERCANA	ESTADO AFECTADOS	PERIODO (Inicio - Fin)	VIENTOS MAX
	STAN	TT (H1)	Felipe C. Pto, QR [San Andrés Tuxtla, Ver]	QR, YUC, VER; OAX, CAMP, CHIS.	1-5 oct	75 [130]
	EMILY	H4 [H3]	20 km al N de Tulúm, QR [El Mezquite, Tamps.]	QROO, YUC, TAMPS, NL.	10-21 Jul	215 [205]
2002	ISIDORE	H3	Telchac Puerto, Yuc.	QROO, YUC, CAMP.	14-26 SEP	205
2000	KEITH	TT (H1)	Chetumal, Q Roo (Tampico, Tamps)	QROO, CAMP, TAMPS, NL, SLP, VER.	28 SEP-6 OCT	75 (148)
1996	DOLLY	H1 (H1)	F. C. Puerto, Quintana Roo (Pueblo Viejo, Ver.)	QROO, YUC, CAMP, VER, TAMPS, SLP, ZAC.	19-24 AGO	110 (130)
1995	ROXANNE	H3 (DT)	Tulum, Q Roo (Mtz de la Torre, Ver)	QROO, YUC, CAMP, TAB, VER.	8-20 OCT	185 (45)
1993	GERT	TT (H1)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q ROO, CAMP, VER, SLP, HGO, QRO, GTO, JAL	14-21 SEP	65 (148)
1990	DIANA	TT (H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	Q ROO, YUC, CAM, VER, HGO, SLP, QRO, GTO, JAL, NAY	4-8 AGO	110 (158)
1988	GILBERT	H5 (H4)	Puerto Morelos, Q Roo (La Pesca, Tamps)	QROO, YUC, TAM, NL, COAH	8-20 SEP	287 (215)

4.2.1.4 Geología

El Sistema Ambiental queda comprendido en la provincia fisiográfica denominada "Península de Yucatán". Debido a sus características se le denomina "Plataforma Calcárea de Yucatán", la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte de la península, y con lomeríos prolongados de gran altura, que constituyen el anticlinal que limita los Estados de Campeche y Quintana Roo.

La Península de Yucatán ha sido caracterizada como inclinada de sur a norte y limitada sobre sus tres lados por pendientes continentales y escalonadas que caen bruscamente en las profundidades abisales del Golfo de México.

La característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa. La línea de costa frecuentemente presenta puntas rocosas cubiertas parcialmente por depósitos de litoral.

Paralela a la costa se ha desarrollado una barrera arrecifal que delimita una extensa zona lagunar. En la región no existe drenaje superficial ya que toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas, fracturas y canales de disolución que se encuentran en el terreno rocoso conformando un drenaje subterráneo, el cual se manifiesta en superficie a través de afloramientos naturales conocidos en la región con el nombre de cenotes.

Respecto a los espesores de los suelos, estos se encuentran en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas. Sin embargo, soportan una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras. Se observa que el área del proyecto se encuentra en una zona de caliza de Moluscos.

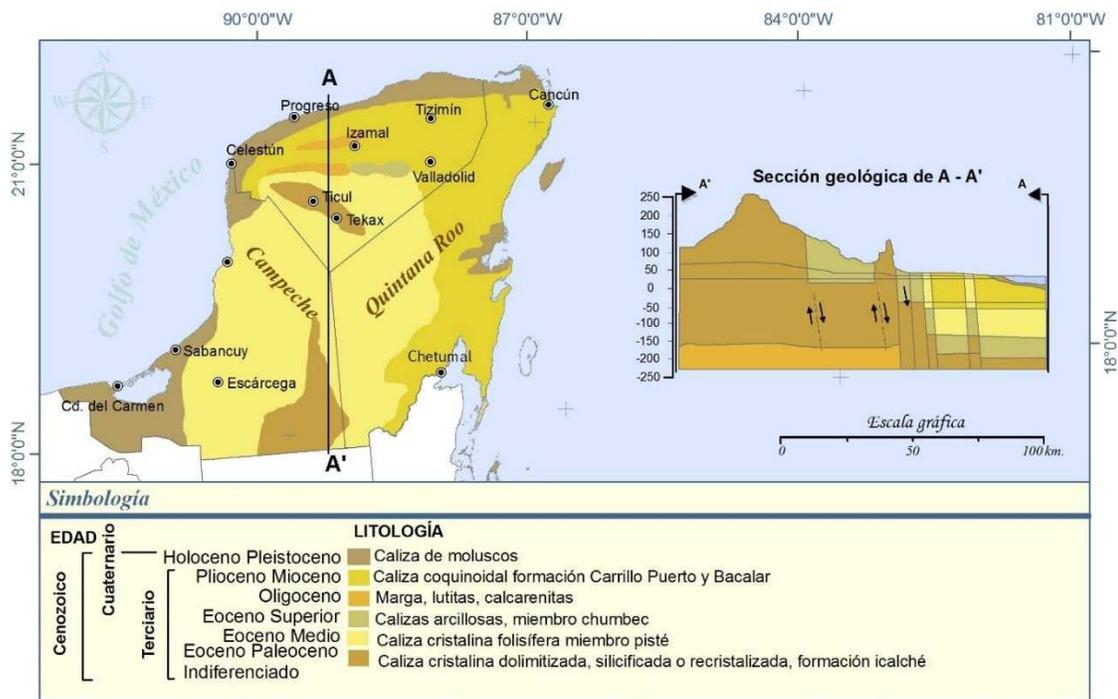


Imagen 4.4. Clasificación geológica de la Península de Yucatán, tomado de Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán 2010.

4.2.1.5 Geomorfología

Con respecto a la geomorfología, la Península de Yucatán se divide en 4 provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) planicie interior, 3) colinas y valles, y 4) cuencas escalonadas.

Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue

formada por una falla y que, a diferencia de las costas norte y oeste, descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Soh Laguna y el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel tienen también la misma orientación de esta falla.

El desarrollo geomorfológico de esta región inició durante el Terciario Superior con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución. Así, la región se caracteriza por la presencia de rasgos de disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve ruiniforme y los "cenotes".

Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

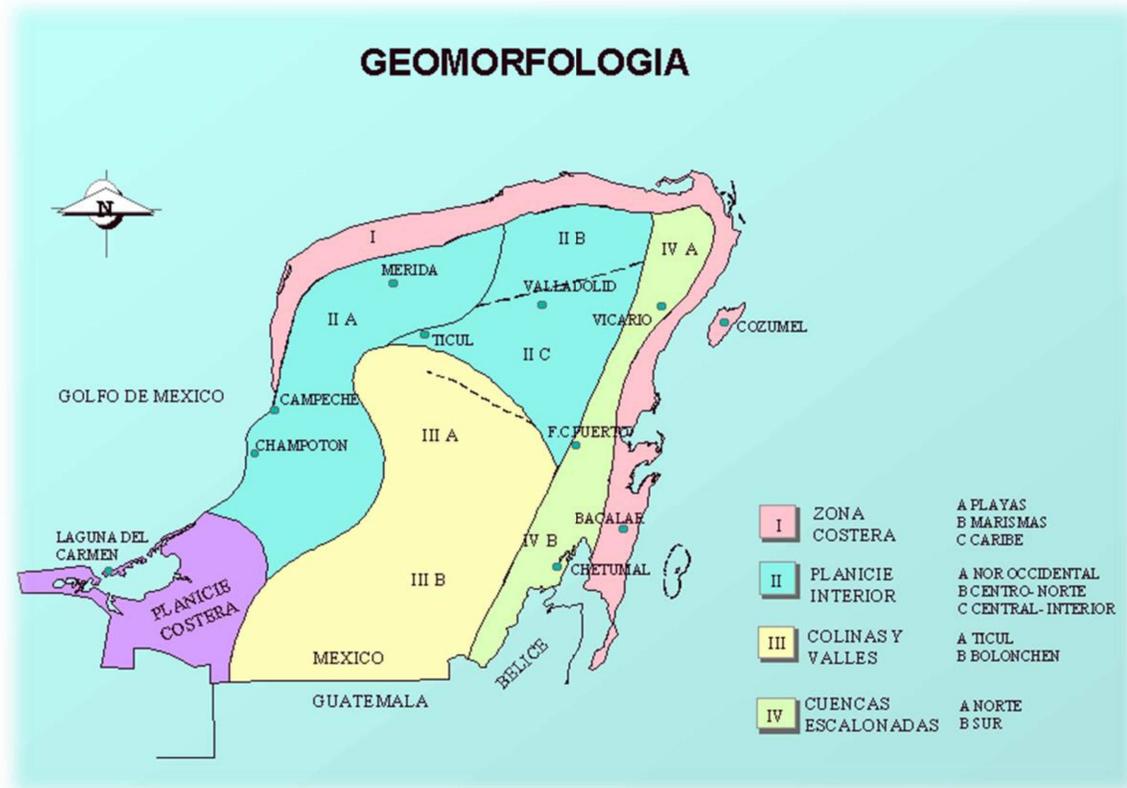


Imagen 4.5. Geomorfología de la Península de Yucatán.

4.2.1.6 Estratigrafía

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del período Terciario y del Reciente (Butterlin y Bonet, 1963). Las rocas más antiguas se localizan al sur y centro de la península, en tanto

que en el estado de Quintana Roo se encuentran al suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que incluye rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituida por yeso y anhidrita rica en sulfatos.

Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad se encuentran las calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Una secuencia de rocas del Mioceno Superior-Plioceno está expuesta en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y cretas constituyen la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está conformada por coquinas y calizas.

Sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos rellenaron las depresiones entre el Terciario Superior y el Cuaternario. Las rocas jóvenes depositadas en el Pleistoceno y el Reciente afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas, calcarenitas y depósitos de litoral areno-arcillosos en la faja costera y material residual arcillo-calichoso producto de alteración.

A continuación, se describen las unidades geológicas regionales:

- **Pleistoceno-Holoceno (Reciente)**

El Pleistoceno-Holoceno cubre gran parte de la península y forma caliche, también existen zonas pantanosas, afloran calizas alteradas, arenas y arcillas calcáreas que bordean la península terminando en playas.

LITORAL, Q (li). Corresponde a depósitos compuestos por arenas calcáreas no consolidadas de grano fino y medio constituido principalmente por fragmentos de conchas. La unidad presenta un color crema y abundantes conchas de organismos marinos recientes, como bivalvos y gasterópodos.

Estos suelos están sujetos a la constante acción erosiva del oleaje, ya que bordean la península conformando las barras de boca y playas.

LACUSTRE, Q (la). Unidad formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas no consolidadas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y que se encuentran separadas por un cordón litoral. Su morfología es de una planicie con grandes concentraciones de manglar.

CALIZA, Q (cz). Esta unidad se encuentra constituida por calizas coquiníferas, mal compactadas, con capas de espesores que varían de 1 a 2 metros. Su contenido fosilífero es de moluscos (caliza de moluscos), abundando las especies de los géneros *Chiamys*, *Arca*, *Cardium* y *Tenebra*.

El Pleistoceno Superior esta representado por depósitos que forman una franja de lomas (crestas) alineadas, de 150 Km de longitud y entre 0.5 y 10 Km de ancho. Estos depósitos están constituidos por antiguos sedimentos de playa (calcarenitas) no consolidados, de grano fino, con conchuelas y

restos de moluscos, de color blanco y con arenas de composición netamente calcárea. Se presentan en franjas alargadas en las costas, con espesores entre 3 y 17 m (disminuyendo hacia el continente), formando a veces montículos de más de 3 m de altura. Estos depósitos cubren a las calizas arrecifales.

El Pleistoceno Superior representa un depósito de sedimentos durante la última etapa interglaciar, con una alta posición del nivel del mar. Las edades determinadas con uranio en corales de la planicie costera, calcarenitas y rocas arrecifales son de alrededor de 122 000 años (Szabo et al., 1979). En general, se acepta que el Mar Caribe alcanzó una altura de 4 a 7 m por arriba del presente nivel hace 125 000 años (Steinen et al., 1981; Harmon et al., 1983); por lo tanto, los carbonatos del Pleistoceno Superior se acumularon en sólo unos cuantos miles de años.

Los cambios de facies dentro de las calizas del Pleistoceno Superior son fácilmente reconocibles porque la unidad está limitada por zonas de caliche. La unidad del Pleistoceno Superior descansa sobre la corteza subsuperficial de la superficie superior de las calizas del Pleistoceno Medio y está coronada por caliche. Estas zonas de caliche se desarrollaron durante una etapa glacial, cuando la plataforma de Yucatán estuvo sujeta a períodos prolongados de exposición subsuperficial.

- **Mioceno Superior-Plioceno: Formación Carrillo Puerto**

Estas calizas tienen afloramientos muy extensos en la península y cubren de manera importante a la zona de estudio. Los afloramientos se pueden observar a 36 Km de Cancún sobre la carretera Valladolid-Mérida. Estas rocas corresponden a la Formación Carrillo Puerto del Mioceno Superior-Plioceno, cuyos niveles inferiores están representados por coquinas de alrededor de 1 m de espesor, cubiertas por calizas duras, y más arriba pasan a calizas cada vez más impuras, a veces arcillosas, de color amarillento a rojizo.

La alteración de estas calizas origina la formación de arcillas lateríticas rojas, acumuladas en las dolinas y protegidas por la selva densa. Los niveles superiores de esta formación están representados por calizas blancas, duras y masivas. Los echados son débiles o nulos, generalmente orientados hacia el NNE.

Es una formación muy transgresiva y constituye toda la parte oriental y central del estado de Quintana Roo; se extiende ampliamente en la región central del estado de Yucatán y al noroeste del estado de Campeche. La localidad tipo se encuentra sobre la carretera Peto-Carrillo Puerto, a 112 Km de la primera comunidad. La formación Carrillo Puerto recubre ya sea en concordancia a la formación Bacalar o en discordancia directamente a las series eocénicas, lo que demuestra su carácter transgresivo.

4.2.1.7 Clasificación de los suelos

La península de Yucatán es una planicie con características morfológicas y estructurales, bastante uniformes. Está constituida por sedimentos calcáreos marinos del cenozoico. Las elevaciones sobre el nivel del mar alcanzan alturas pequeñas, siendo la máxima, la correspondiente a la sierra Yucateca, con una altitud de 126 m sobre el nivel del mar. Las características físico-geográficas que presenta esta región son de tipo cárstico y corresponden a un estado intermedio de erosión dentro del ciclo geomorfológico. En las calizas pueden existir cavidades y conductos de disolución que varían, desde pequeños poros hasta grandes cavernas.

Destaca a primera vista que el sub-suelo está constituido por rocas calcáreas, con una estructura secundaria muy desarrollada, representada en particular por cavidades y conductos de disolución. Además, existen depósitos de sedimentos blandos producto de la erosión vertical, confinados en cavidades; así como otras irregularidades.

La dureza de las rocas es muy variable encontrando desde muy blandas hasta duras. La capa de suelo vegetal, salvo en regiones ubicadas al sur de la península, es muy delgada y en muchas localidades no existe.

En cuanto a la geología regional sólo se tiene la formación Carrillo Puerto, que pertenece al Plioceno -Mioceno superior. Esta formación ocupa la mayor parte del estado de Quintana Roo y en general está formada en los estratos superiores por calizas duras, de color blanco a amarillo claro, con niveles arenosos debajo de los cuales se encuentran calizas arenosas menos duras, que van de un tono amarillento a amarillo - rojizo, alternadas algunas veces por margas, arenas y areniscas. Los estratos inferiores están representados por coquinas, recubiertas por una capa dura de roca caliza, con moluscos y otros tipos de fósiles marinos. En algunas rocas, los fragmentos de fósiles son de moluscos (pelecípodos y gasterópodos), foraminíferos (planulina y quinqueloculina) y espinas de equinodermos, con tamaño variable de 0.07 y hasta 15 mm. El cementante es lodo calcáreo (micrita), el cual ha recristalizado parcialmente en cristales de calcita. El origen de la roca es sedimentaria marina, tal vez depositada detrás de los arrecifes coralíferos cerca de la costa, siendo, por tanto, formas en condiciones de sedimentación en un ambiente epinerítico de evaporación total.

Los depósitos superficiales están formados por arenas finas limosas cuya compacidad varía entre suelta a muy suelta y por arcillas de consistencia suave y turba. Estos sedimentos exhiben una cohesión de 0 a 2 ton/m², con un promedio aritmético de 1 ton/m², el ángulo de fricción interna varía entre 1° y 30° correspondiendo al máximo a arena fina prácticamente limpia.

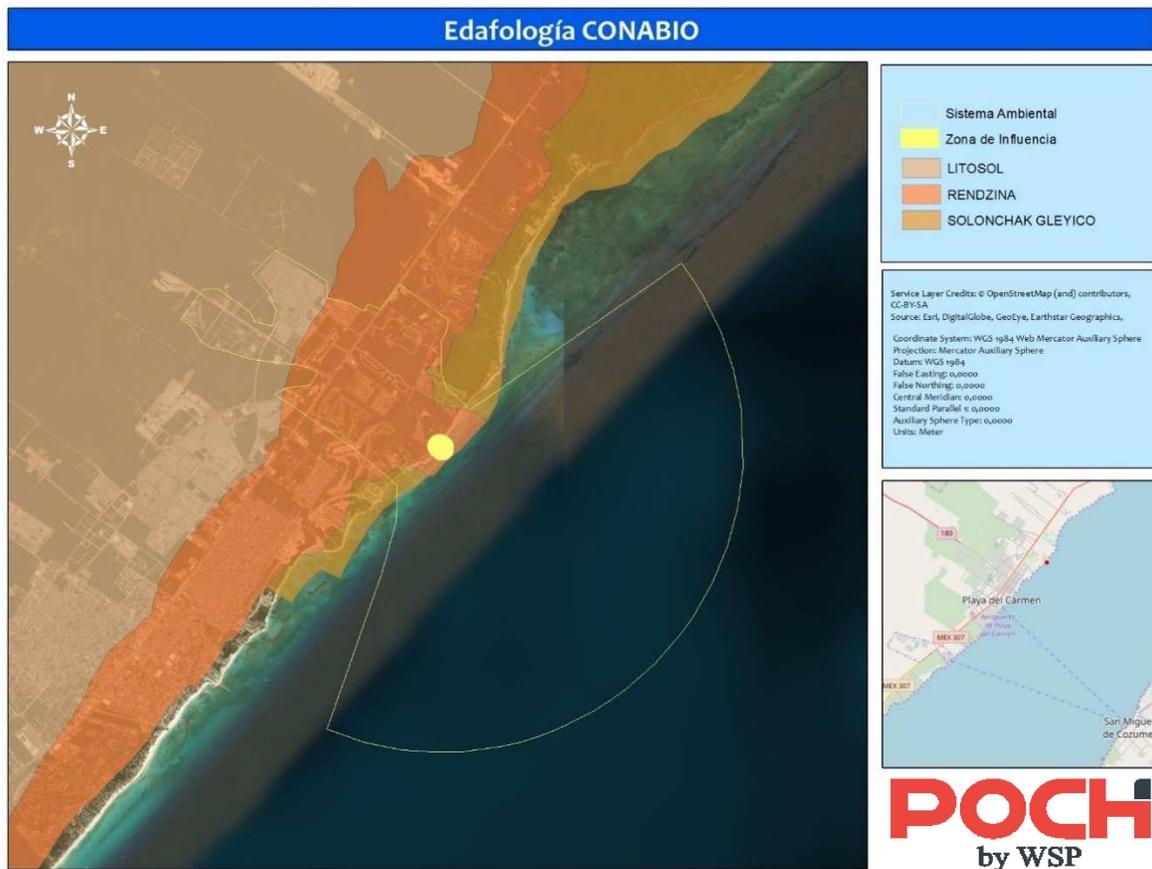


Imagen 4.6. Tipo de suelo en el Sistema Ambiental.

4.2.1.8 Hidrología superficial y subterránea

La Península de Yucatán es una unidad geológica constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhídritas altamente solubles. La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del agua subterránea de la Península y propician que los escurrimientos superficiales sean nulos o de muy corto recorrido. Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas. Posteriormente, una parte considerable se pierde mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas para finalmente llegar al mar.

El acuífero de la Península de Yucatán es altamente vulnerable a la contaminación debido a la gran densidad de fisuras y conductos de disolución que se encuentran en el subsuelo y que permiten la infiltración de todo

tipo de aguas con mucha facilidad. Dado el escaso relieve del terreno, no se encuentran afloramientos o manantiales. Sin embargo, la disolución de los carbonatos frecuentemente forma cavernas que, en caso de derrumbarse sus techos, dan origen a dolinas o cenotes.

El flujo subterráneo se da desde las porciones internas de la península radialmente hacia las planicies costeras.

El Sistema Ambiental se sitúa en la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (CNA) que limita al oeste y norte con el Golfo de México, al sureste con el Mar de las Antillas y al sur con las Regiones Hidrológicas 31 y 33 (CNA). La Región 32 abarca casi la totalidad del Estado de Yucatán y la parte norte del estado de Quintana Roo (tabla 1).

Tabla 4.2. Disponibilidad Media Anual (Fuente: INEGI).

CLAVE	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado de agua subterránea	Volumen de extracción consignado en estudios técnicos	Disponibilidad media anual de agua subterránea	Déficit
	(ACUÍFERO)	CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
3105	PENÍNSULA DE YUCATÁN	21,813.40	14,542.20	1,511.98	1,313.30	5,759.22	0

4.2.2 Aspectos bióticos en el Sistema Ambiental

4.2.2.1 Tipos de vegetación con distribución normal en el Sistema Ambiental

La Península de Yucatán desarrolla diversos tipos de comunidades vegetales, las cuales se tornan cada vez más diversas de acuerdo con un gradiente de humedad que se incrementa de norte a sur. Estas condiciones determinan un mayor desarrollo estructural y un incremento en la riqueza florística de dichas comunidades (Flores. *et al*, 2010).

Las comunidades que se presentan en el Estado de Quintana Roo se pueden clasificar de forma general en: 1) Vegetación de Duna Costera, 2) Manglar, 3) Selva Baja Caducifolia, 4) Selva Mediana Subcaducifolia, 5) Selva Mediana Subperennifolia, 6) Selva Baja Inundable, 7) Sabana, 8) Petenes, 9) Comunidades de Hidrófitas y 10) Vegetación Secundaria.

Sin embargo, de acuerdo con los montajes realizados mediante programas de sistemas de información geográfica empleando la capa más reciente en cuanto a los tipos de vegetación en la República Mexicana conocemos que en la superficie terrestre del Sistema Ambiental se encuentra principalmente sobre una zona denominada "asentamientos humanos":

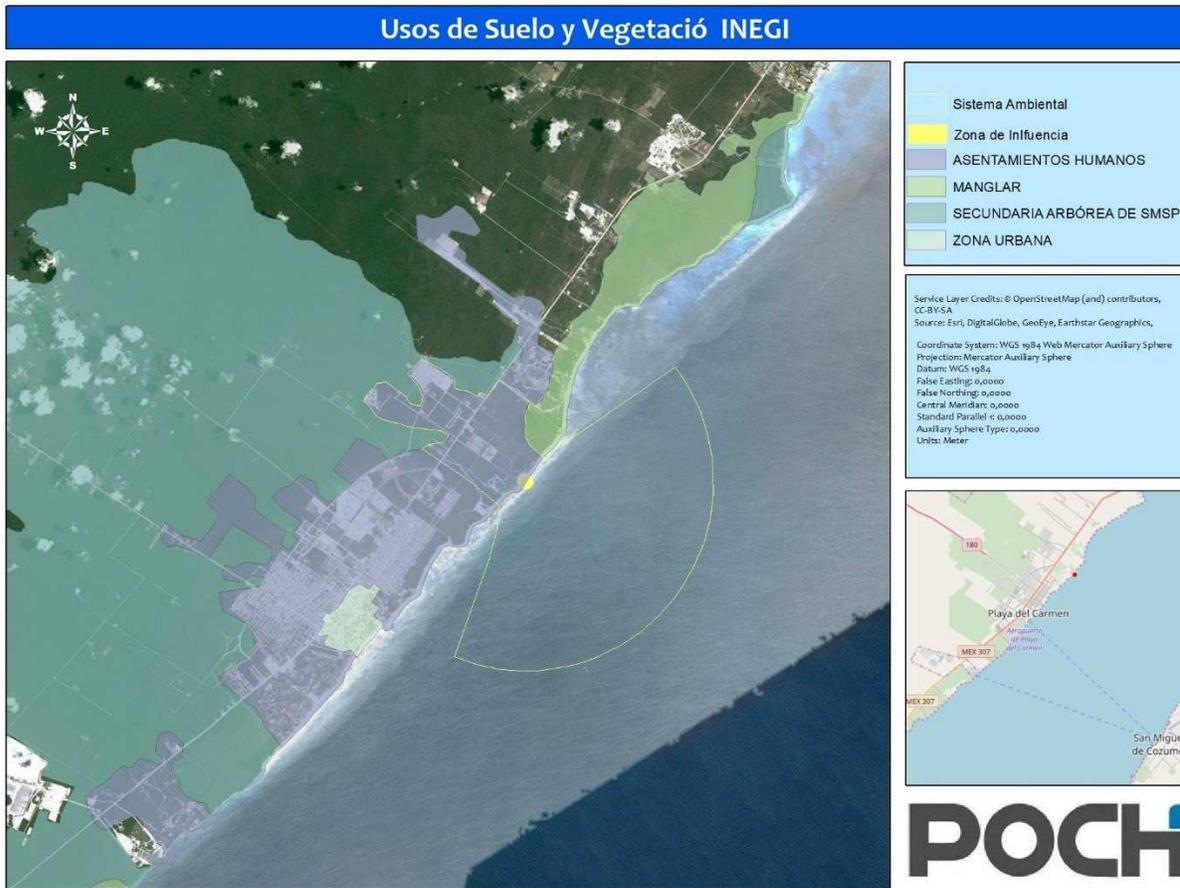


Imagen 4.7. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental.

En cuanto la parte marina se conoce que en el Sistema Ambiental se distribuye parcialmente vegetación marina, misma que a continuación se describe:

Los pastos marinos y las macro algas son fundamentales para que se sostenga la vida en ambientes costeros someros, ya que, junto con las micro algas (no visibles al ojo), son la base de las cadenas tróficas (alimenticias), que en esos ambientes se inician con los organismos que pueden realizar la fotosíntesis. Cabe mencionar que en la región tropical las micro algas o algas unicelulares forman relaciones simbióticas (que viven íntimamente relacionadas y reciben beneficios mutuos) con animales, como corales, esponjas y otros invertebrados, que llegan a ser los organismos más importantes que integran las comunidades tropicales acuáticas. Donde existen pastos marinos, por lo general las aguas son muy transparentes, ya que la pradera en conjunto atrapa una gran cantidad de sedimento, particularmente los más finos. Los pastos actúan también como sustrato de otros organismos, entre las que se encuentran de cenizas de macro algas, generalmente delicadas, cuya productividad puede llegar a ser mayor que la de las angiospermas.

La retención de los sedimentos permite el paso de la luz que es aprovechada por las algas epífitas; además, puede ser importante para que otros organismos, como los que habitan en los arrecifes coralinos, no reciban cargas de sedimento que impidan su crecimiento.

Los pastos marinos en ocasiones son una fuente importante de alimento para otros organismos, como ocurre en las aguas someras de Akumal, Quintana Roo, donde la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) se alimenta del pasto del manatí (*Syringodium filiforme*) y del pasto de tortuga (*Thalassia testudinum*) (Herrera Pavón, R. comunicación personal). En la bahía de Chetumal, el manatí del Caribe (*Trichechus manatus manatus*), totalmente vegetariano, habita en zonas donde existe el pasto marino *Halodule wrightii* y la fanerógama eurihalina *Ruppia maritima* (Olivera Gómez y Mellink, 2005), junto con varias especies de macro algas (Quan Young y colaboradores, 2006).

Además de ser una fuente alimenticia, los pastos y las macro algas marinas también son utilizados como refugio y crianza de animales. Por ejemplo, las fases tempranas (larvas o juveniles) del caracol rosado (*Strombus gigas*) y de la langosta espinosa (*Panulirus argus*), dos especies que con forman las principales pesquerías en Quintana Roo, usan como refugio o alimento los ambientes que crean estos vegetales (De Jesús Navarrete, 2001; Sosa Cordero y colaboradores, 1993).

4.2.2.2 Fauna con distribución normal en el sistema ambiental

México es considerado un país "megadiverso", ya que forma parte del selecto grupo de naciones poseedoras de la mayor cantidad y diversidad de animales y plantas, casi el 70% de la diversidad mundial de especies. Para algunos autores el grupo lo integran 12 países: México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Congo, Madagascar, China, India, Malasia, Indonesia y Australia. Otros, suben la lista a más de 17, añadiendo a Papúa Nueva Guinea, Sudáfrica, Estados Unidos, Filipinas y Venezuela (CONABIO,2017).

México es uno de los tres países megadiversos (junto con Estados Unidos y Colombia) con litorales tanto en el Atlántico como en el Pacífico.

Tabla 4.3. Posición de México con respecto a otros países megadiversos. Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.

** Revista Mexicana de Biodiversidad 2013*

	País	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México		3	11*	2	5
	Brasil	648*	1,712	630	779
	Colombia	456	1,815	520	634
	China	502	1,221	387	334
	Indonesia	670*	1,604	511	300
	México	564*	1123-1150*	864*	376*
	Venezuela	353	1,392	293	315
	Ecuador	271	1,559	374	462
	Perú	441	1,781	298	420
	Australia	376	851	880	224
	Madagascar	165	262	300	234
	Congo	166	597	268	216

Dicha cualidad se debe principalmente a que el País presenta los siguientes factores:

Posición geográfica: Muchos se encuentran en la zona tropical en donde existe mayor diversidad de especies. El trópico de Cáncer (23° 26' 22'') atraviesa México que se extiende de los 32° Norte (Baja California Norte) a los 14° Norte (Chiapas).

Diversidad de paisajes: La complejidad de los paisajes con montañas, confieren diversidad de ambientes, de suelos y de climas. México es un país eminentemente montañoso. Además, está rodeado de mares.

Aislamiento: La separación de islas y continentes ha permitido el desarrollo de floras y faunas únicas. En México se conjuntan la fauna y flora de dos continentes que estuvieron mucho tiempo aislados (Norteamérica y Sudamérica).

Tamaño: A mayor tamaño, mayor diversidad de paisajes y de especies. México ocupa el lugar número 14 de acuerdo con su tamaño (1,972,550 km²).

Historia evolutiva: Algunos países se encuentran en zonas de contacto entre dos regiones biogeográficas en donde se mezclan faunas y floras con diferentes historias. En México confluyen la zona neártica y la neotropical.

Cultura: A pesar de que el desarrollo de la cultura es reciente con relación a la formación de las especies, la domesticación de plantas y animales ha contribuido a la riqueza natural. En México se hablan 66 lenguas indígenas además de muchas variantes y es uno de los principales centros de domesticación en el mundo.

En la fauna silvestre mexicana existen especies de la que pueden ser considerados como organismos indicadores del estado de los ecosistemas. Estos organismos se denominan indicadores porque tomando en cuenta la biología específica de cada especie o grupo, pueden de una u otra forma darnos una idea si se encuentran conservados o perturbados. Por ejemplo, algunas especies (como los grandes felinos) distribuidas en el territorio mexicano que necesitan grandes extensiones de territorio para satisfacer todas sus necesidades biológicas, así como otras especies que son muy específicas en sus necesidades, pudiéndolas encontrar solamente en aquellos ecosistemas que cumplan con sus requisitos específicos.

Tabla 4.4. Tabla comparativa de la fauna a nivel nacional y regional

GRUPO DE FAUNA	MÉXICO	PENÍNSULA DE YUCATÁN
Anfibios	361	43
Reptiles	804	139
Aves	1060	543
Mamíferos terrestres	525	89
Total	2,75	814

4.3 DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA

La delimitación de la zona de influencia se basó principalmente en los resultados obtenidos de la implementación de modelos numéricos de una línea para el análisis de evolución de línea de costa.

Para el sitio de proyecto se emplea el sistema GENESIS, mismo que se compone de dos sub-modelos principales: uno que calcula la tasa de transporte de sedimentos y los cambios en línea de costa, y el otro que calcula, en condiciones simplificadas, la altura de ola rompiente y su ángulo de incidencia, determinados a partir de información de oleaje en una profundidad de referencia dada. Dicho sistema se alimenta de al menos las siguientes variables para su correcta configuración:

Tabla 4.5. Variables para la configuración del sistema GENESIS

Variable	Descripción
Malla de cálculo	Número total de celdas de cálculo y tamaño de las celdas
Intervalo de cálculo	Intervalo de tiempo para cálculo de la simulación
Fechas de simulación	Fechas de inicio y término de la simulación
Coefficientes de Calibración	Valores de los coeficientes de calibración K1 y K2
Oleaje	Información del modelo externo de oleaje (OLUCA-SP)
Parámetros empíricos	Valores de D_B , D_C y D_{50}
Condiciones de frontera	Establecer las condiciones de frontera del dominio
Seawall	Localización de estructuras tierra adentro
Estructuras	Localización de estructuras o rellenos de playa

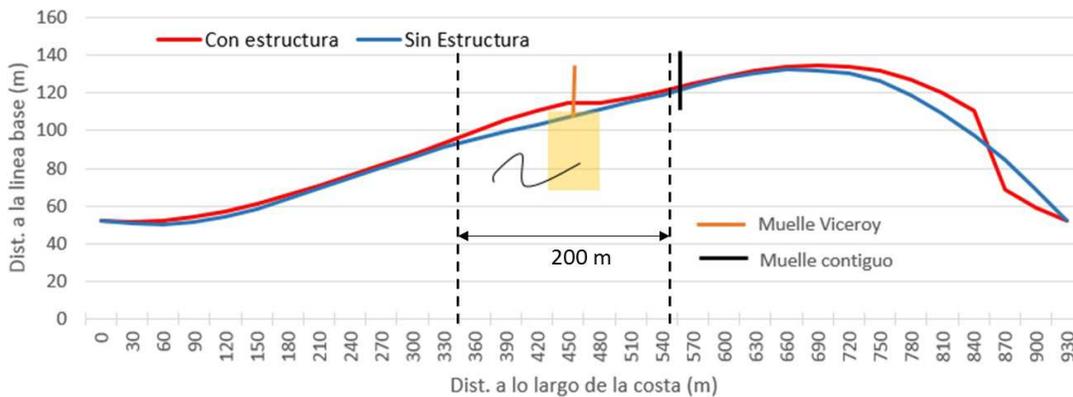
Los resultados del sistema GENESIS indican de manera concreta que la afectación por parte de la estructura que se propone es mínima.

Considerando que se modeló el área del Proyecto con y sin la estructura los resultados en ambos casos son muy similares. En el tramo izquierdo (0 a 270 m) del dominio, el modelo estima que se presentaría un avance en la línea de costa del orden de 10 metros. En el frente de playa del Hotel Viceroy y zonas aledañas, no presentarían alteraciones significativas tras el periodo de simulación. Mientras que para la parte derecha (sur) del dominio, el modelo estima que se tendrían retrocesos de la línea de orilla.

A continuación, se presentan los cálculos de transporte neto y balance volumétrico estimado por el sistema GENESIS, así como una comparativa de línea de costa con y sin el andador rústico que se propone en el presente documento:

Tabla 4.6. Tasas de transporte neto y balance volumétrico estimado por GENESIS

Caso	Parámetro	
	Tasa de transporte promedio neto (m ³)	Balance volumétrico (m ³)
Con estructura	12,596.61	3,600.00
Sin estructura	12,055.70	3,440.00
Diferencia	540.91	160.00



Gráfica 4.1. Comparativa de líneas de costa en presencia y ausencia del Andador Rústico Viceroy.

Los resultados del sistema GENESIS nos indican que con base en la comparativa mostrada y bajo las consideraciones de implementación del modelo, se puede concluir que la zona en donde las externalidades del Andador Rústico Viceroy sobre la evolución de la línea de costa se extendería al menos a 100 metros a cada del eje de la estructura. Sin embargo, la alteración que se presentaría obedece a un avance en la línea de costa, y fuera del tramo mencionado, el modelo predice que la respuesta de la línea de costa es indiferente a la presencia de la estructura, pues para ambos ejercicios fuera de la zona de influencia se obtuvieron resultados similares.

De tal manera que siguiendo los resultados previamente expuesto se procedió a realizarle un buffer a la estructura que se propone de 200 metros a la redonda, siendo esto el doble de distancia propuesta por el sistema GENESIS

dándonos un total de 15,036 hectáreas en donde se considera que las externalidades del proceso de construcción pudieran llegar a notarse.

Dicho buffer abarca tanto la parte terrestre como la parte marina, a continuación, cartografía generada mediante programas de sistemas de información geográfica en cuanto la delimitación del Sistema Ambiental.

Se anexa el documento denominado Implementación de un modelo numérico para el análisis de la línea de costa.

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción de un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.



Imagen 4.8. Delimitación del Área de Influencia del proyecto.

4.3.1 Tipos de vegetación en el Área de Influencia.

Considerando lo que indica la serie V del INEGI en cuanto usos de suelo y tipos de vegetación y considerando que se realizaron recorridos por el área de influencia se comenta que la vegetación en dicha zona principalmente concuerda con áreas verdes jardinadas de los complejos hoteleros que se encuentran en la zona.

A continuación, un modelo 3D generado mediante el uso de plataformas aéreas y post-procesado con la finalidad de visualizar tanto la zona del Proyecto como su área de influencia:

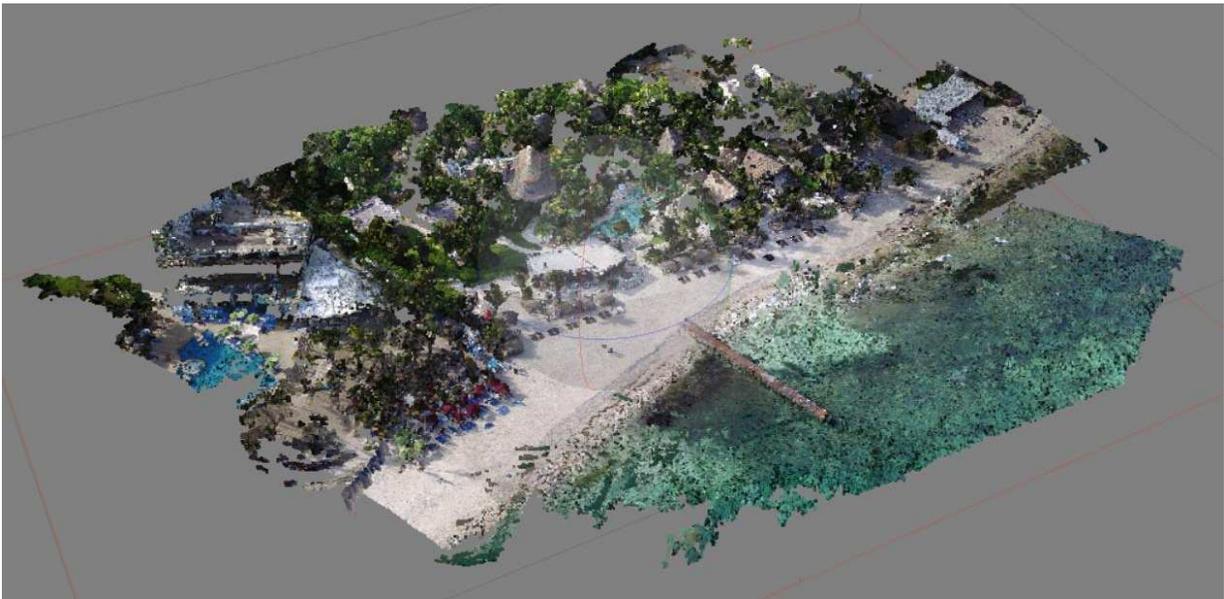


Imagen 4.9. Modelo 3D de la zona del Proyecto y su área de influencia.

Tal como se aprecia en imagen anterior en la zona de influencia se observan solamente áreas verdes jardinadas de los complejos hoteleros vecinos.

Naturalmente en el supuesto de que el uso de suelo en la zona no fuese de asentamientos humanos, la vegetación que se distribuiría sería matorral de duna costera, misma que a continuación se describe brevemente de acuerdo con la guía para interpretación de cartografía de uso de suelo y vegetación:

La duna costera es una comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton* spp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera.

También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp.*), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp.*) entre otros.

4.3.2 Fauna en el Área de Influencia

Se enlistan a continuación los registros de fauna reportados por bibliografía para los tipos de vegetación de la zona de influencia, así como recorridos que se realizaron en dicha zona durante el proceso de caracterización del presente proyecto.

Tabla 4.7. Listado de Mamíferos registrados en la Zona de Influencia.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059 SEMARNAT
CANIDAE	<i>Urocyon</i>	<i>cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
LEPORIDAE	<i>Sylvilagus</i>	<i>floridanus</i>	Conejo	
PROCIÓNIDAE	<i>Procyon</i>	<i>lotor</i>	Mapache	
DIDELPHIDAE	<i>Didelphis</i>	<i>marsupialis</i>	Tlacuache	
TAYASSUIDAE	<i>Tayassu</i>	<i>tajacu</i>	Pecarí de collar	

NOM 059 SEMARNAT 2010 -P: Peligro, **Pr:** Protegida, **A:** Amenazada

Tabla 4.8. Listado de Anfibios y Reptiles registrados en la Zona de Influencia.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059 SEMARNAT
BUFONIDAE	<i>Bufo</i>	<i>nebulifer valliceps</i>	Sapo común	
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura</i>	<i>similis</i>	Iguana negra	A
PHYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus</i>	<i>chrysostictus</i>	Iguano cola espinoza	
PHYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus</i>	<i>serrifer</i>	Iguano cola espinoza	
POLYCHROMATIDAE	<i>Norops</i>	<i>rodriguezii</i>	Anolis	
TEIIDAE	<i>Cnemidophorus</i>	<i>angusticeps</i>	Cebritita	
TEIIDAE	<i>Ameiva</i>	<i>undulata</i>	Ameiva arcoiris	
EUBLEPHARIDAE	<i>Hemidactylus</i>	<i>frenatus</i>	Gecko casero	
COLUBRIDAE	<i>Conophis</i>	<i>lineatus</i>	Serpiente caminera	

NOM 059 SEMARNAT 2010 -P: Peligro, **Pr:** Protegida, **A:** Amenazada

Tabla 4.9. Listado de Aves registrados en la Zona de Influencia.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059 SEMARNAT
CRACIDAE	<i>Ortalis</i>	<i>vetula</i>	Chachalaca	
PHASIANIDAE	<i>Meleagris</i>	<i>ocellata</i>	Pavo ocelado	A

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059 SEMARNAT
ODONTOPHORIDAE	<i>Colinus</i>	<i>nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	
CATHARTIDAE	<i>Cathartes</i>	<i>aura</i>	Zopilote aura	
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo</i>	<i>magnirostris</i>	Aguililla caminera	Pr
COLUMBIDAE	<i>Zenaida</i>	<i>asiática</i>	Paloma de alas blanca	
COLUMBIDAE	<i>Columbina</i>	<i>passerina</i>	Tórtola coquita	
COLUMBIDAE	<i>Columbina</i>	<i>talpacoti</i>	Tórtola rojiza	
COLUMBIDAE	<i>Leptotila</i>	<i>verreauxi</i>	Paloma arroyera	
PSITTACIDAE	<i>Aratinga</i>	<i>nana</i>	Perico pecho sucio	Pr
CUCULIDAE	<i>Crotophaga</i>	<i>sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	
STRIGIDAE	<i>Glaucidium</i>	<i>brasilianum</i>	Tecolote bajo	
CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus</i>	<i>albicollis</i>	Chotacabras pauraque	
CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctiphrynus</i>	<i>yucatanicus</i>	Tapacamino yucateco	
TROCHILIDAE	<i>Amazilia</i>	<i>rutila</i>	Colibrí canela	Pr
TROCHILIDAE	<i>Amazilia</i>	<i>yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	
TROCHILIDAE	<i>Doricha</i>	<i>eliza</i>	Colibrí de cola hendida	
PICIDAE	<i>Centurus</i>	<i>aurifrons</i>	Carpintero cheje	
PICIDAE	<i>Centurus</i>	<i>pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	
TYRANNIDAE	<i>Myiarchus</i>	<i>tuberculifer</i>	Papamoscas triste	
TYRANNIDAE	<i>Pitangus</i>	<i>sulphuratus</i>	Luis bienteveo	
TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes</i>	<i>similis</i>	Luis gregario	
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus</i>	<i>rubinus</i>	Mosquero cardenal	
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus</i>	<i>melancholicus</i>	Tirano tropical	
INCIERTO	<i>Pachyrampus</i>	<i>aglaiae</i>	Mosquero degollado	
VIREONIDAE	<i>Vireo</i>	<i>pallens</i>	Vireo manglero	Pr
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis</i>	<i>gujanensis</i>	Vireón ceja rufa	
CORVIDAE	<i>Cyanocorax</i>	<i>yucatanicus</i>	Chara yucateca	
CORVIDAE	<i>Cyanocorax</i>	<i>yncas</i>	Chara verde	
HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo</i>	<i>rustica</i>	Golondrina tijereta	
TROGLODYTIDAE	<i>Thryothorus</i>	<i>maculipectus</i>	Chivirín moteado	

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059 SEMARNAT
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes</i>	<i>aedon</i>	Chivirín ratón	
SYLVIIDAE	<i>Polioptila</i>	<i>caerulea</i>	Perlita azul gris	
MIMIDAE	<i>Mimus</i>	<i>gilvus</i>	Centzontle tropical	
EMBERIZIDAE	<i>Volatinia</i>	<i>jacarina</i>	Semillero brincador	
EMBERIZIDAE	<i>Arremonops</i>	<i>rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	
CARDINALIDAE	<i>Cardinalis</i>	<i>cardinalis</i>	Cardenal rojo	Pr
CARDINALIDAE	<i>Passerina</i>	<i>cyanea</i>	Picogordo azul	
ICTERIDAE	<i>Dives</i>	<i>dives</i>	Tordo cantor	
ICTERIDAE	<i>Quiscalus</i>	<i>mexicanus</i>	Zanate mexicano	
ICTERIDAE	<i>Molothrus</i>	<i>aeneus</i>	Tordo ojo rojo	
ICTERIDAE	<i>Icterus</i>	<i>cucullatus</i>	Bolsero	
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia</i>	<i>affinis</i>	Garganta negra	

4.3.3 Problemática Ambiental de la Zona de Influencia

La problemática ambiental en el área de influencia responde a la problemática ambiental que viene intrínseca en las actividades turísticas en los litorales mexicano.

México cuenta con 11 000 km de litorales mismos que acogen a casi un tercio de la población del País además de la presión natural que ofrecen los visitantes de dichas zonas (turismo). Los impactos negativos sobre el ambiente, provocados por los desarrollos turísticos que no toman en consideración la variable ambiental son muy graves y dejan altos costos económicos y sociales, por dichas razones es de vital importancia abordar para cualquier actividad o infraestructura en los litorales mexicanos la mejor información para la correcta toma de decisiones.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DE LA ZONA DEL PREDIO

4.4.1 Análisis de clima marítimo en aguas profundas

Para la determinación del clima marítimo en las proximidades del "Andador Rústico Viceroy", situado al norte de la ciudad de Playa del Carmen, en el estado costero de Quintana Roo, sería necesario disponer de una boya en la zona de interés, y además, para que los resultados fuesen fiables, resultaría necesario disponer de una secuencia de datos que incluyesen un número suficiente de años de medida.

Debido a que no existen datos de la zona en particular de estudio, es necesario seguir el siguiente procedimiento para la obtención de los mismos:

1.- Determinar, en función de los datos disponibles, las características del oleaje en profundidades profundas y las características del viento en la zona de estudio.

2.- Obtener las características del oleaje en la zona de interés mediante estudios de propagación del oleaje desde profundidades profundas y estudios del oleaje generado por el viento.

En la primera parte de este documento, "Análisis de clima marítimo en aguas profundas" se desarrollará el primer punto, obteniendo las características del oleaje en aguas profundas, para posteriormente realizar las propagaciones a la zona de interés y poder caracterizar el oleaje y el sistema de corrientes en planta en el entorno del "Andador Rústico Viceroy".

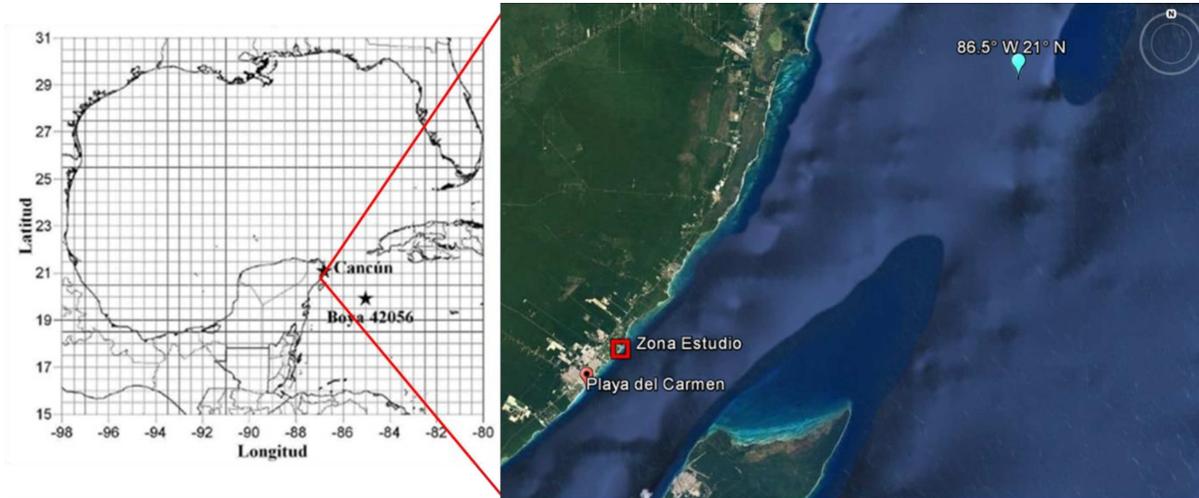
4.4.1.1 Datos utilizados

Para la obtención de la información necesaria se han utilizado distintas referencias, con el fin de definir distintos aspectos del clima marítimo en la zona de estudio (regímenes extremales y medios, escalares y direccionales, del oleaje) de la mejor manera posible.

En concreto para la caracterización del clima marítimo en aguas profundas se han utilizado los datos de reanálisis de oleaje calibrados del Atlas de Clima Marítimo de la Vertiente Atlántica Mexicana (Silva et al., 2008). La base de datos utilizada contiene los parámetros de estados de mar, Hs, Tp y θ y viento espaciados cada hora durante un periodo de 10 años (de 1998 al 2007).

Para la elaboración del Atlas de oleaje se implementó el modelo híbrido de generación de oleaje presentado por Ruiz et al., (2009). Este modelo híbrido consiste en el acoplamiento de: 1) El modelo de tercera generación WAM cycle 4 (Günther et al., 1992) y 2) El modelo de segunda generación HURAC (Silva et al., 2002) que se utiliza para estimar las condiciones de oleaje y viento en presencia de huracanes.

Se consideró esta base de datos la más adecuada por contener información de altura de ola por huracanes, eventos que afectan con frecuencia a las costas mexicanas. En este estudio se ha considerado un punto situado a 21° de Latitud N y a 86.5 ° de Longitud W, a 50 km de la zona de estudio y a 500 m de profundidad aproximadamente, el más cercano disponible.



Punto	Latitud	Longitud	Profundidad	Cobertura
P0454	21°	- 86.5 °	520 m	1998-2007

Imagen 4.10. Celdas para la caracterización del régimen de oleaje del atlas de clima marítimo de la vertiente atlántica mexicana (Ruiz et al., 2009) y posición del punto de la serie de oleaje respecto a la zona de estudio

4.4.1.2 Descripción de los oleajes principales

Con los datos brutos del punto P0454 se han obtenido la rosa de oleaje y las distribuciones de altura de ola-período de pico y de altura de ola-dirección. En ellas se puede observar que los oleajes dominantes proceden del primer y segundo cuadrante, en concreto del E y del ESE, siendo los más energéticos los que provienen del E.

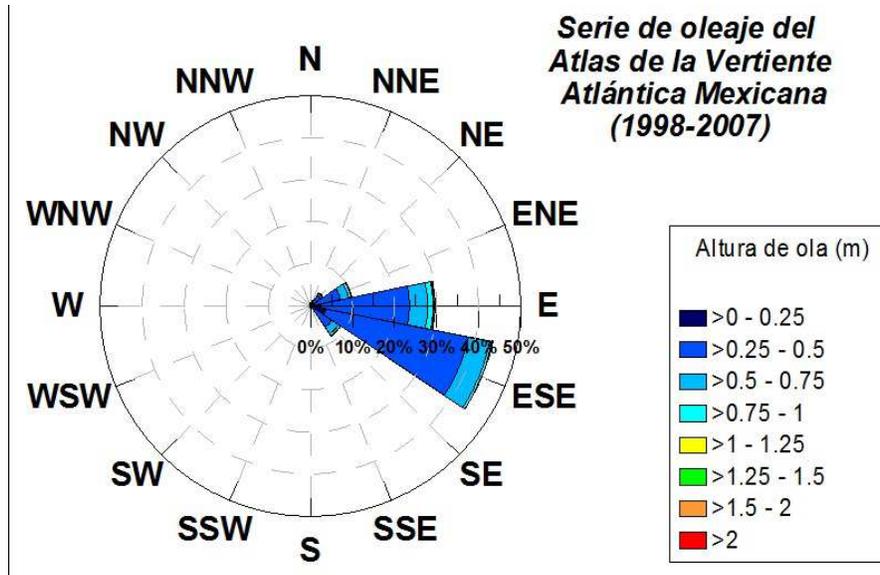
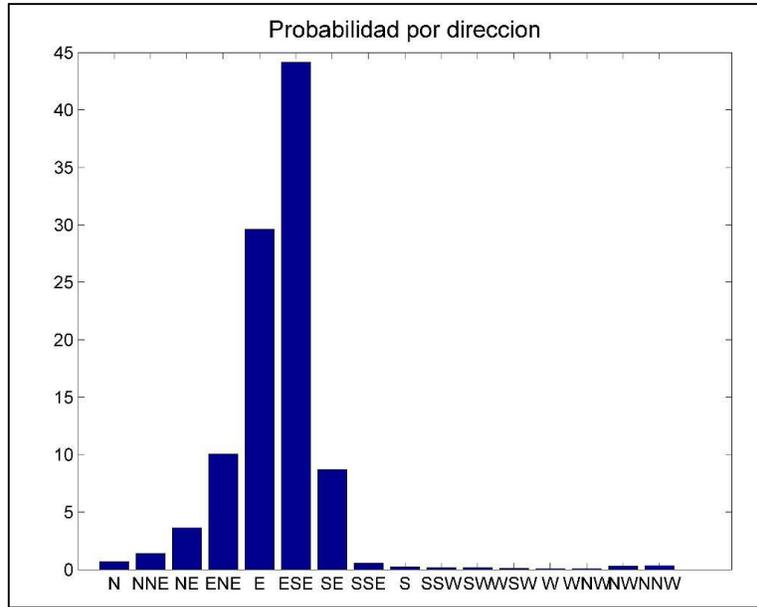


Imagen 4.11. Rosa del Oleaje

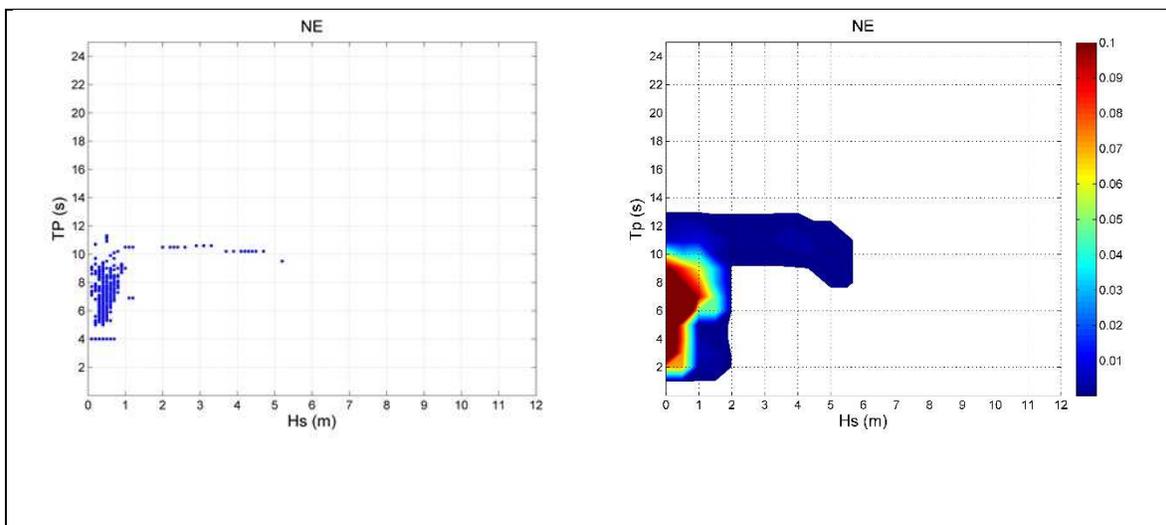
Esta tendencia también se observa en el histograma de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en el que se representa la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los oleajes, en función de la dirección de procedencia. Se observa que los oleajes procedentes del ESE son los más frecuentes, seguidos de los procedentes del E y finalmente los del ENE y los del SE.

Se considerarán como oleajes significativos aquellos que posean una probabilidad de ocurrencia superior al 10 %, es decir, los oleajes del ESE y del E en este caso. También se incluirán los oleajes del SE, ENE y NE en la selección de casos a propagar en los siguientes apartados, que aunque tienen un porcentaje de ocurrencia inferior al 10% se consideraron significativos para la zona de estudio.

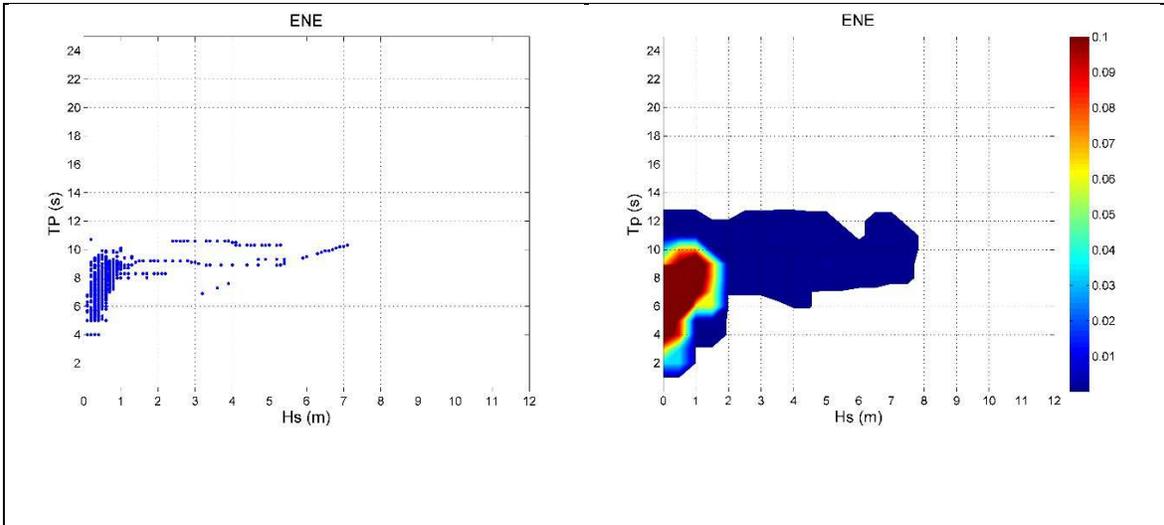


Gráfica 4.2. Histograma.

Se han representado las distribuciones direccionales Altura de ola-Período de pico, para las direcciones significativas en el estudio.



Gráfica 4.3. Frecuencia de ocurrencia de hs-tp para oleaje del ne en aguas profundas



Gráfica 4.4. Frecuencia de ocurrencia de hs-tp para oleaje del ene en aguas profundas

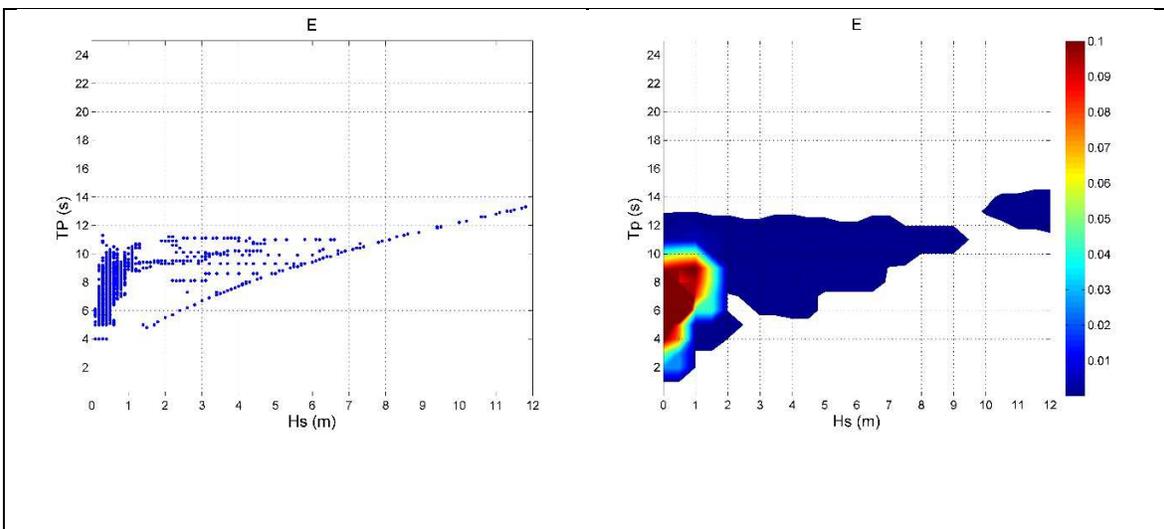


FIG. 4.1 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE HS-TP PARA OLEAJE DEL E EN AGUAS PROFUNDAS

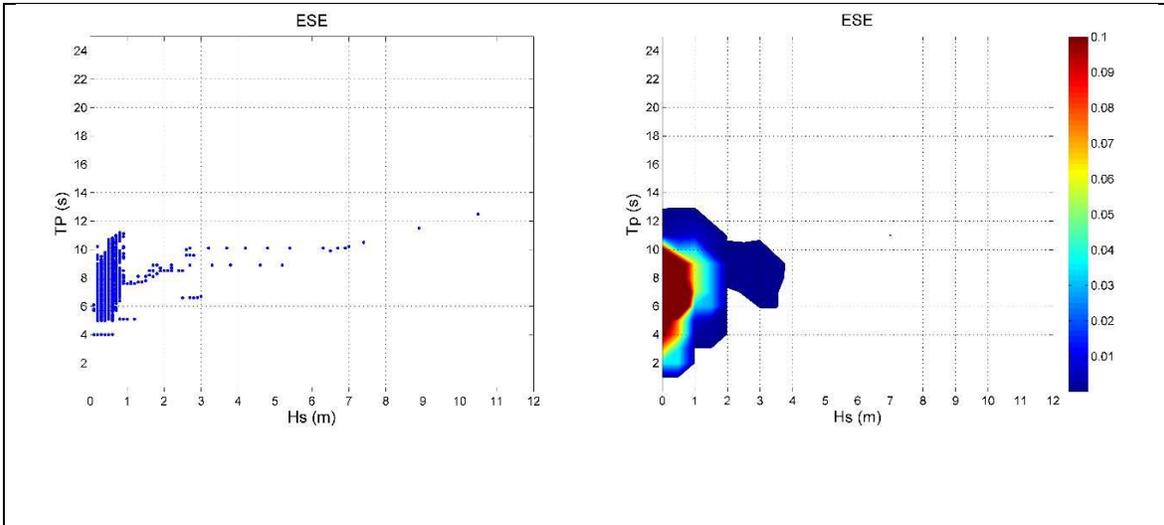
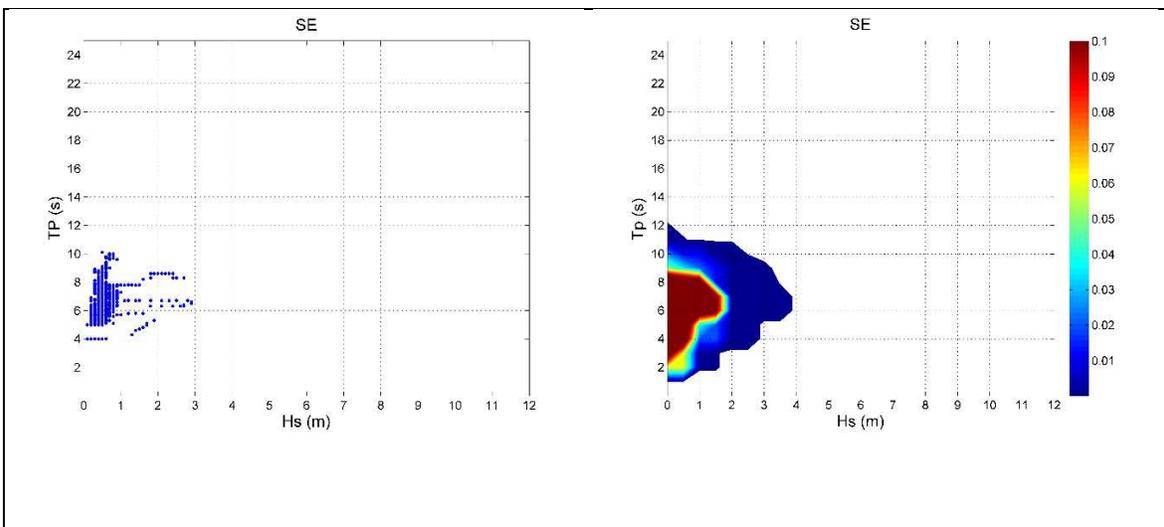
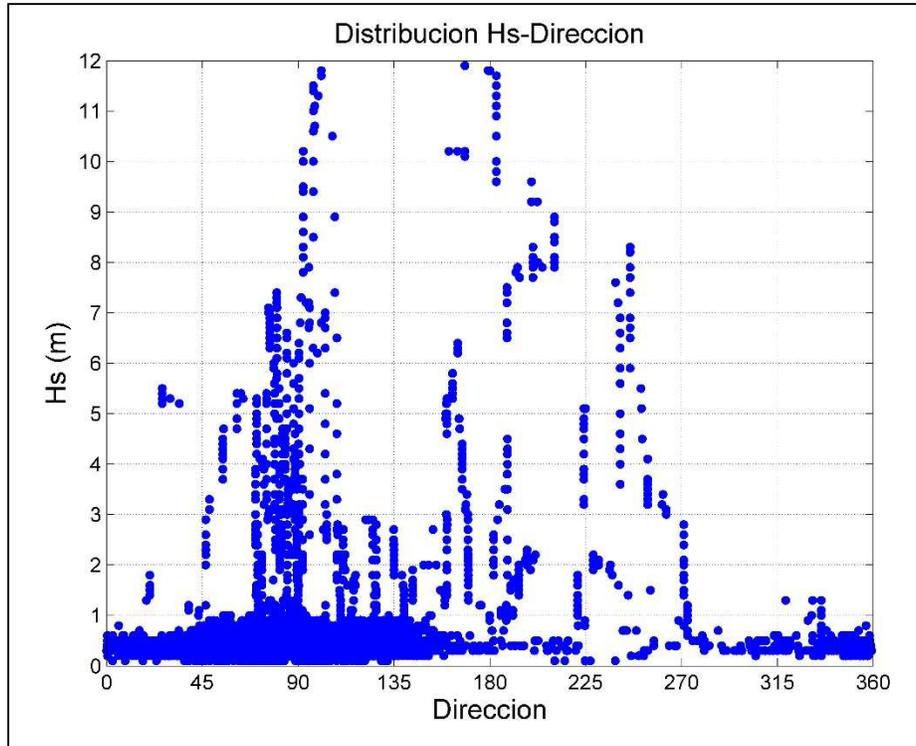


FIG. 4.2 FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE HS-TP PARA OLEAJE DEL ESE EN AGUAS PROFUNDAS



Gráfica 4.5. Frecuencia de ocurrencia de hs-tp para oleaje del se en aguas profundas



Gráfica 4.6. Distribución Hs DIR

4.4.1.3 Régimen medio

Para la obtención de la función de distribución del régimen medio del oleaje exterior se han utilizado los datos del punto P0454 del Atlas de la Vertiente Atlántica Mexicana. La probabilidad de no excedencia de una determinada ola se obtiene como el cociente entre el número de observaciones que hay por debajo de ella y el total de observaciones registradas.

Para el ajuste de la muestra se ha probado con las funciones de distribución más extendidas para la representación de regímenes medios y extrémales del oleaje: distribución Gumbel, Weibull, Frechet, Log-Normal.

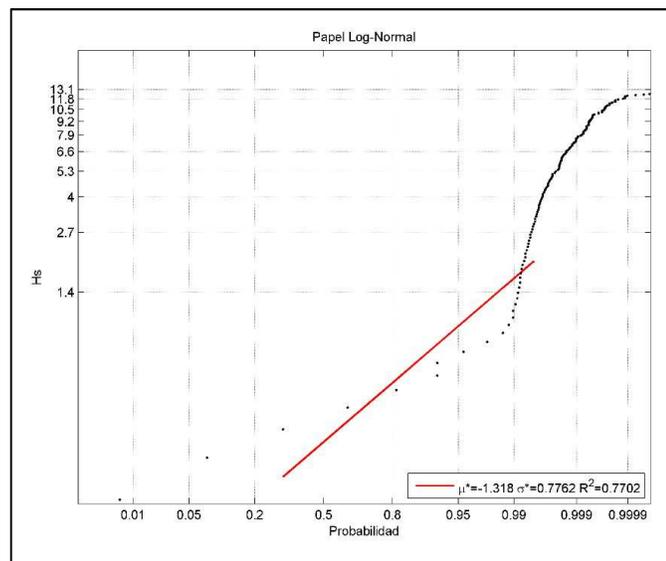
El mayor coeficiente de correlación, R , se ha obtenido para el caso de la función de distribución Log-normal. Se dice que una variable aleatoria X es Log-Normal si su logaritmo es normal. Haciendo uso del cambio de variable, se obtiene fácilmente que la función de distribución de X es:

Donde:

$\Phi(z)$ es la función de distribución de la variable Z normal estándar $N(0,1)$.

μ^* es la media de la distribución normal original (parámetro de localización).

σ^* es la desviación típica de la distribución normal original (parámetro de escala).



Gráfica 4.7. Ajuste a la distribución LOG-NORMAL

Del análisis de la serie temporal de registros de oleaje en el punto de estudio es posible obtener los valores de los estadísticos básicos para cada una de las direcciones de procedencia de oleaje.

Tabla 4.10. Estadísticos básicos del oleaje para cada dirección de procedencia.

TABLA ESTADISTICOS BASICOS					
Variable medida:Hs					
direcciones(*)	prob.direccion	Hs _{50%}	Hs _{90%}	Hs _{99%}	Hs ₁₂
N	0.0069	0.4000	0.6000	0.6000	0.8000
NNE	0.0138	0.4000	0.5000	1.6740	5.4000
NE	0.0362	0.4000	0.6000	1.0000	4.4156
ENE	0.1003	0.4000	0.7000	1.3000	6.1393
E	0.2959	0.4000	0.7000	1.6000	7.2992
ESE	0.4413	0.4000	0.6000	0.8000	1.8549
SE	0.0867	0.5000	0.7000	0.9000	2.4000
SSE	0.0055	0.4000	3.5000	10.2000	12.2353
S	0.0023	0.7000	5.7000	11.7510	11.8000
SSW	0.0013	0.5000	8.1000	9.3480	9.6000
SW	0.0014	0.4000	3.2600	5.1000	5.1000
WSW	0.0011	0.7000	6.7000	8.2550	8.3000
W	0.0006	0.6000	2.8400	3.3940	3.4000
WNW	0.0007	0.4000	0.7000	0.7000	0.7000
NW	0.0028	0.4000	0.5000	0.6000	1.3000
NNW	0.0032	0.4000	0.5000	1.0730	1.3000

4.4.1.4 Régimen extremal

Los valores extremos se ajustan a una de estas tres distribuciones, Gumbel, Fréchet y Weibull, según el teorema de las tres colas (Fisher y Tippett, 1928). Estos tres tipos pueden ser combinados en una única expresión denominada distribución de valores extremos generalizados (GEV) con la siguiente expresión:

$$F(x) = \exp \left[- \left(1 - \frac{\xi(x - \mu)}{\psi} \right)^{1/\xi} \right]$$

Donde:

μ : es el parámetro de localización.

ψ : es el parámetro de escala.

ξ : es el parámetro de forma.

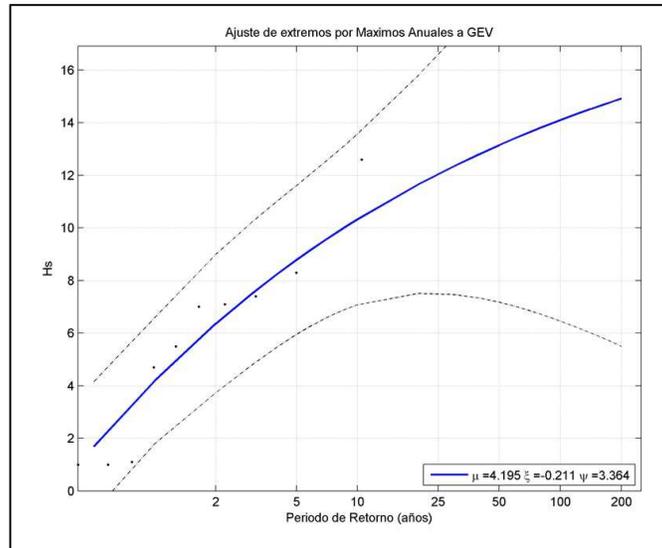
Cuando $-0.05 < \xi < 0.05$ resulta la distribución de Gumbel.

Cuando $\xi > 0.05$ resulta la distribución de Fréchet.

Cuando $\xi < -0.05$ resulta la distribución de Weibull.

Por tanto, se ha aplicado la distribución de extremos generalizada a la máxima altura de ola anual, para la determinación del régimen extremal escalar del parámetro de estado de mar altura de ola significativa, H_s .

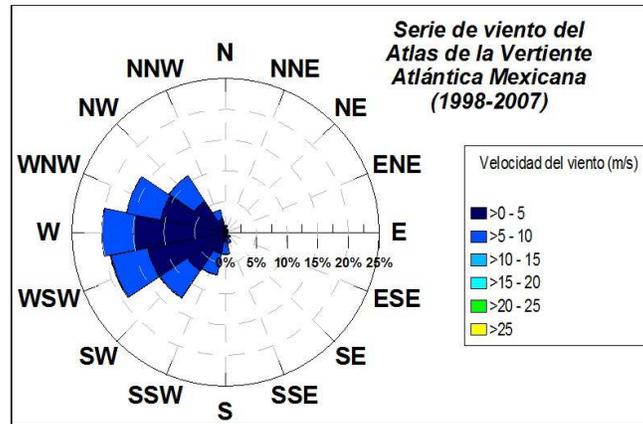
En la gráfica siguiente se representa el régimen extremal escalar de la altura de ola, indicándose en la gráfica los parámetros de ajuste. El valor del parámetro de forma indica que los datos se ajustan a una distribución de Fréchet.



Gráfica 4.8. Período de retorno de la altura de ola (hs) en años. ajuste a la distribución de extremos generalizada (gev)

4.4.1.5 Régimen de vientos

A continuación, se muestra el régimen de vientos del punto de reanálisis del Atlas de la Vertiente Atlántica Mexicana. La rosa muestra la dirección del viento en convención oceanográfica (hacia donde se dirigen las ráfagas). Se puede observar como la mitad del tiempo la dirección de los vientos coincide con las direcciones predominantes del oleaje.



Gráfica 4.9. Régimen de vientos en el punto de re-análisis del oleaje

4.4.2 Mareas

Generalmente, al analizar una costa o un estuario, se busca conocer y determinar los mecanismos físicos que controlan y regulan el comportamiento de la zona de interés. En la mayoría de los casos, se desea predecir y comprender la interacción existente entre los diferentes fenómenos y procesos que se presentan en la interfase creada por los cuerpos de agua y las márgenes terrestres que las delimitan.

En las últimas décadas se ha convertido en una tarea trascendental el establecer la magnitud de la variabilidad que puede llegarse a observar en las mareas, tanto para la navegación, el manejo costero y la hidrodinámica de la costa. Por este motivo es recomendable que se tenga una base de datos de los niveles de la superficie del mar registrados en los sitios de interés, para conocer y determinar la fluctuación de la marea en esa región (Ruiz et al., 2010).

En Quintana Roo, Puerto Morelos que es la zona más cercana con registros al sitio de Proyecto "Muelle Viceroy", cuenta con una estación mareográfica midiendo niveles medios del agua en forma continua y con datos históricos la del Puerto de Cozumel. En el caso en el que no se cuenten con estos registros, eso se traduce en un problema cuando se hace necesaria la modelación de procesos costeros y físicos asociado a la marea astronómica y meteorológica. Para remediar este faltante de información, normalmente se recurre a la utilización de la señal de marea más cercana al sitio de estudio que puede ser cualquiera de las siguientes:

- a) Los pronósticos realizados por el sistema mareográfico nacional (Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México).
- b) Las tablas anuales de marea (Secretaría de Marina-Armada de México).
- c) La simulación numérica, usando el software Mar V.09 2010 del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, BC. (González, 2010).

Cabe resaltar que las instituciones anteriores generan sus pronósticos a partir de la misma base de datos registrados por estaciones de medición en tiempo real. En este apartado, se describen las características de la marea para la zona de interés.

4.4.2.1 Descripción de las Mareas

La marea es un cambio temporal en la posición de la materia en una parte de un astro, causado por un cambio temporal de las fuerzas gravitacionales que ejercen sobre ella otros astros, y que en el océano se manifiesta como un cambio regular del nivel del mar. Estas variaciones del nivel del mar son, adicionalmente, afectadas por turbulencias, efectos internos, y efectos locales (Godín ,1972).

Como el campo gravitacional es un campo conservativo, sus fuerzas son derivables de un potencial escalar; y dado que los movimientos de los astros son periódicos, la inspección de la expresión analítica de ese potencial, de ser posible, debe permitir la determinación de los períodos y las amplitudes de las componentes de la fuerza de marea, llamadas constituyentes.

Algunos de los términos empleados para hablar de la marea se refieren a lo siguiente:

- Marea Alta: máximo en el nivel del agua.
- Marea Baja: mínimo en el nivel del agua.
- Nivel Medio de Marea: el nivel medio del agua, relativo al punto de referencia (nivel de referencia o "datum") cuando el promedio se realiza sobre un período de tiempo largo.
- Rango de Marea: es la diferencia entre la marea alta y la marea baja.
- Desigualdad Diurna: la diferencia entre dos máximos o mínimos sucesivos de marea.
- Marea Viva: la marea que ocurre poco después de luna nueva o luna llena.
- Marea Muerta: la marea que ocurre poco después de la luna de cuarto menguante o cuarto creciente.

4.4.2.2 Clasificación de la Marea

Existen varios términos que se asignan a las mareas en función con las condiciones que prevalecen y de factores que intervienen en ellas, pero cada una de éstas exhibe rasgos característicos que las hacen diferentes. Se distinguen dos tipos de marea, principalmente: la astronómica y de tormenta. La marea astronómica es la respuesta del océano a las fluctuaciones periódicas de las fuerzas de atracción de la Luna y el Sol sobre la Tierra (Ponce, 2003).

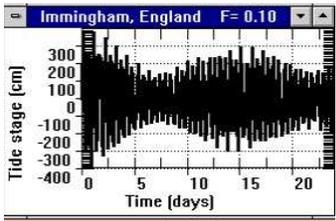
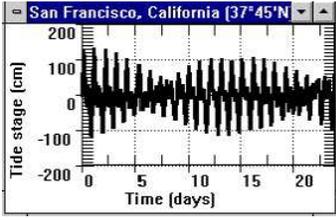
Frecuentemente, la marea de tormenta se identifica como la sobre elevación del nivel medio de la superficie del mar, debida al gradiente de presión barométrica y al esfuerzo cortante que ejerce el viento sobre el agua, presentándose ambos aspectos en un evento meteorológico extremo (Headland et al., 2000).

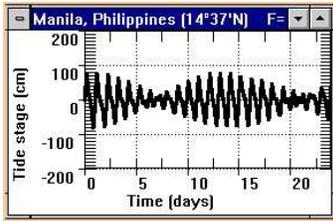
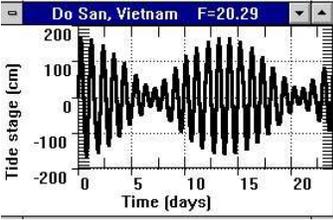
Por otra parte, también es posible agrupar a las mareas de acuerdo con la desigualdad diurna que muestran, como un medio que provee una descripción simple del carácter de la marea en varias regiones. La clasificación formal es usualmente hecha en la base del rango de alguna combinación de los componentes armónicos diurnos sobre una combinación de los componentes semidiurnos el cual también puede ser expresado con el llamado Número de Forma (F). Un criterio que es comúnmente utilizado es el rango de la amplitud de la suma de O1 y K1 sobre la amplitud de la suma de M2 y S2 según Defant (1958), esto es:

- Si $R < 0.25$, se considera que la marea es semidiurna,
- si $R > 1.5$ la marea es diurna,
- si $0.25 < R < 1.5$ la clasificación sería mixta.

El propósito de definir un rango es para automatizar la clasificación una vez que las componentes son conocidas, evitando la necesidad de buscar largos períodos de los registros visualmente. Sin importar el método utilizado, el intento es clasificar las mareas en cuatro grupos, cualitativamente descritos como sigue en la siguiente tabla:

Tabla 4.11. Clasificación de las mareas

TIPO DE MAREA	DESCRIPCIÓN
<p>Semidiurna</p>	<p>En este tipo de marea, se presentan dos pleamares y dos bajamares cada día, con una diferencia relativamente pequeña entre las alturas de las mareas matutinas y vespertinas. La pleamar se presenta después del paso de la Luna por el meridiano, el cual siempre es el mismo</p> 
<p>Mixta, predominantemente semidiurna</p>	<p>Las características que diferencian a esta marea son que las aguas marinas ascienden y descienden dos veces al día, pero con una diferencia pequeña en la fase de las alturas y en tiempo; las rachas máximas se dan con la declinación de la Luna.</p> 

<p>Mixta, predominantemente diurna</p>	<p>Esta marea tiene lugar cuando la Luna se encuentra en su máxima declinación y únicamente ocurre una alta por día; otras veces dos con desigualdad de fase en el pleamar. Al presentarse este tipo de marea, se registran grandes desigualdades en la altura y en el tiempo, esto acontece cuando la Luna pasa por el Ecuador</p>	
<p>Diurna</p>	<p>Esta marea se presenta cuando predomina la onda diurna con la ocurrencia de una sola pleamar y una bajamar cada día, durante la mayor parte del mes. El período que tarda en efectuar el ascenso y descenso es de un poco más de 12 horas, respectivamente. En la fase de cuadratura de la Luna cuando pasa por el Ecuador, es viable la presencia de que se registren dos pleamares.</p>	

4.4.2.3 Análisis de Marea

El análisis de marea consiste en la identificación de las amplitudes de todas las componentes armónicas importantes y sus retardos de fase con respecto a las fases de los componentes correspondientes en la marea de equilibrio en los tiempos deseados. Ambos, análisis y predicción requieren un conocimiento de las fases de las componentes armónicas en la marea de equilibrio en los tiempos deseados, lo cual puede ser extraído de tablas o calculado por fórmulas que involucran los parámetros astronómicos (IMT, 2008b).

El análisis armónico de las mareas está basado en la hipótesis de que las variaciones del nivel del mar pueden ser descritas en función de un número finito de contribuciones:

Donde $A_{i,j}$ es la amplitud de cada componente (i) en el punto geográfico considerado (j), $g_{i,j}$ es el desfase con respecto al máximo de la marea en Greenwich y $\omega_i t$ es la frecuencia angular del armónico.

Estas frecuencias no tienen valores aleatorios, sino que vienen determinadas por los ciclos de las fuerzas astronómicas que dan origen a las mareas. Un análisis armónico completo de los datos de un mareógrafo

tomados durante un año incluye unas 100 componentes. Las principales componentes de la marea son:

- M2 Componente principal lunar semidiurno. Representa la rotación de la Tierra con respecto a la Luna.
- S2 Componente principal solar diurno. Representa la rotación de la Tierra con respecto al Sol.
- N2 Componente mayor lunar elíptico semidiurno. Esta componente con L2 (constituyente mínimo lunar elíptico semidiurno), modula la amplitud y frecuencia de M2 por el efecto de variación en la velocidad orbital de la Luna, debido a que es de órbita elíptica.
- K2 Componente semidiurno lunisolar. Modula la amplitud y frecuencia de M2 y S2 por el efecto de la declinación de la Luna y Sol respectivamente.
- K1 Constituyente lunisolar diurno. Este constituyente con O1 expresa el efecto de la declinación lunar. Ellos contabilizan la desigualdad diurna y las máximas de la marea diurnas. Con P1 expresan el efecto de la declinación solar.
- O1 Componente lunar diurno.
- P1 Componente solar diurno.

Tabla 4.12. Principales componentes de la marea astronómica (tomada de farreras, 2006)

a) <u>Semidiurnas</u>	<u>Causa:</u> debidas a (.....)	Promedio mundial de importancia relativa	Periodo (horas)
M ₂	Lunar principal	100	12:42
N ₂	Lunar elíptica mayor (variaciones de paralaje en M ₂)	19.2	12:66
L ₂	Lunar elíptica menor (variaciones de paralaje en M ₂)	2.8	12:19
V ₂	Lunar eveccional mayor (variaciones de paralaje en M ₂)	3.6	12:63
λ ₂	Lunar eveccional menor (variaciones de paralaje en M ₂)	0.7	12:22
μ ₂	Lunar variacional (variaciones de paralaje en M ₂)	3.1	12:87
2N ₂	Lunar elíptica de 2º orden (variaciones de paralaje en M ₂)	2.5	12.91
K ₂	Lunar-solar declinacional (variaciones de declinación en M ₂ y S ₂)	12.7	11:97
S ₂	Solar principal	46.6	12:00
T ₂	Solar elíptica principal (variaciones de paralaje en S ₂)	2.7	12:01
b) <u>Diurnas</u>			
O ₁	Lunar principal	41.5	25.82
K ₁	Lunar-solar declinacional (variaciones de declinación en O ₁ y P ₁)	58.4	23.93
Q ₁	Lunar elíptica mayor (variaciones de paralaje en O ₁)	7.9	26.87
M ₁	Lunar elíptica muy menor (variaciones de paralaje en O ₁)	3.3	24.84
J ₁	Lunar elíptica menor (variaciones de paralaje en O ₁)	3.3	23.10
P ₁	Solar principal	19.4	24.01
c) <u>de Periodo Largo</u>			
M _f	Lunar quincenal (variaciones de declinación en término constante lunar)	17.2	327.86
M _m	Lunar mensual (variaciones de paralaje en término constante lunar)	9.1	661.30
S _a	Solar anual (variaciones de paralaje en término constante solar)	1.8	8180.50
S _{sa}	Solar semi-anual (variaciones de declinación en término constante solar)	8.0	4390.43
MS _f	Lunar-Solar quincenal (efecto de aguas superficiales)	2.0	352.94
f	Lunar de 19 años (efecto de regresión de los nodos)	1.0 a 1.4	18.61 años
Componentes Armónicos de Marea en Aguas Superficiales (Efecto Local)			Aprox.
M ₄	: generado por 2M ₂	0.41	6
MS ₄	: generado por M ₂ + S ₂	0.38	6
S ₄	: generado por 2S ₂	0.09	6
MS _f	: generado por S ₂ - M ₂	0.38	360
M ₆	: generado por 3M ₂	0.19	4
2MS ₆	: generado por 2M ₂ +S ₂	0.26	4
2SM ₆	: generado por 2S ₂ +M ₂	0.12	4
S ₆	: generado por 3S ₂	0.02	4

Mediante análisis armónico de registros (mediciones) de alturas de marea puede determinarse para cada localidad geográfica la amplitud y fase de cada una de las constituyentes, si se conocen sus periodos.

4.4.2.4 Características de la Marea para Sitio de Proyecto

Son pocos los que han estudiado la marea y las corrientes de marea que se presentan en el Mar Caribe. La marea global ha sido estudiada a partir de simulaciones de modelos numéricos, dando como resultados los mapas cotidales que representan sistemas anfídromicos en todos los océanos (Open University, 1989). En todo el Mar Caribe Mexicano no existe una descripción detallada de las corrientes de marea. Kjerfve (1981) es uno de los primeros que hace un estudio de las mareas en el MC, construyendo mapas cotidales, y analizando la amplitud y fase de los principales armónicos de la marea diurna (K1) y semidiurna (M2).

Sin embargo, estudios recientes han determinado que la marea para Puerto Morelos, la cual es de esperar que sea similar en el sitio del Proyecto, es de tipo micromareal con oscilaciones semidiurnas en promedio de 0.40 m (Torres et al., 2012).

Coronado y otros (2010) indican que el rango mareal fuera de Puerto Morelos es de ~17 cm con máximos de 32 cm en marea viva y mínimos en mareas muertas de de -7cm. El análisis armónico realizado con datos medidos usando ADCP a través del programa t-tide desarrollado por Pawlowicz et al. (2002) indican que las constituyentes M2 y S2 dominan en el área y cuyo número de forma $F = (K1+O1)/(S2+M2)$ es de 0.34, el cual describe un tipo de marea mixta con dominancia semidiurnal.

Sosa Hernández (2007) en un estudio sobre las anomalías de la marea en el Mar Caribe empleando datos medidos con corrientímetros ADCP y sensores de presión realiza un análisis armónico y determina la importancia de las componentes de marea M2 y K1.

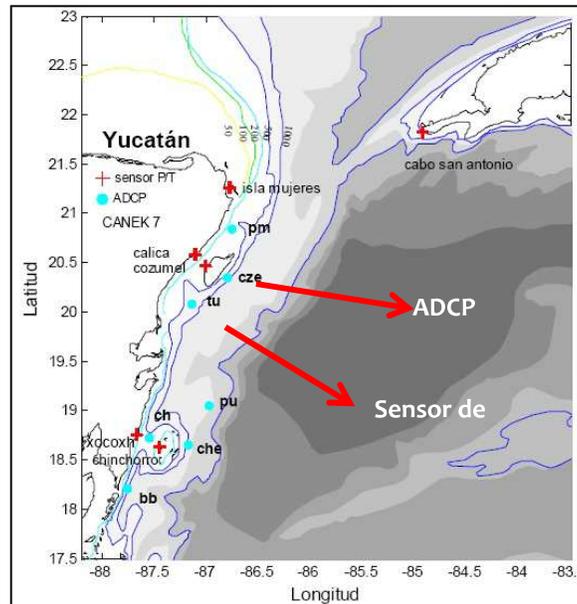
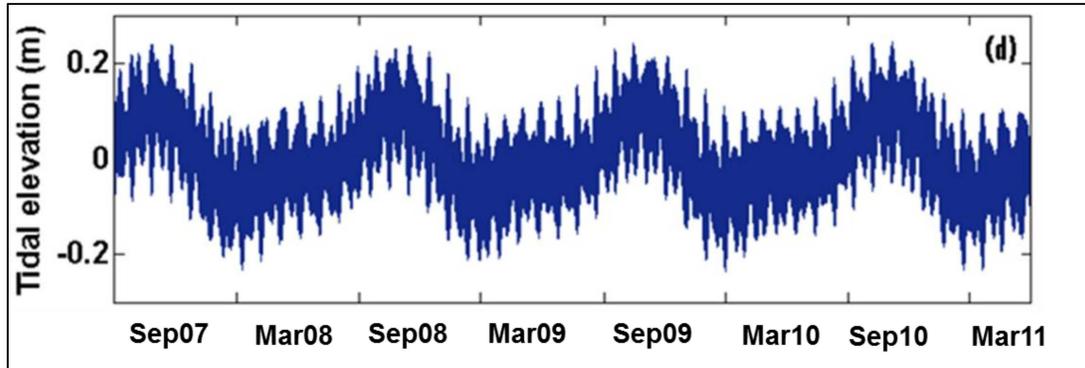


Imagen 4.12. Ubicación de instrumentos de medición ADCP para campaña canekvii, indicando el instrumento instalado en Puerto Morelos (pm) (tomado de Sosa-Hernández, 2007)



Gráfica 4.10. Predicción de mareas para Puerto Morelos, Q.Roo. de septiembre 2007 a mayo 2011, información usada para demostrar características de la marea: tipo semi-diurna y rango micromareal tomada de Ruiz de Alegría et al., en revisión)

Tabla 4.13. Datos de amplitud (cm) y fase (grados) para estación de elevación del mar (sensor de presión) para las componentes m2 y k1 (tomado de Sosa-Hernández, 2007)

Armónico M2			Armónico K1	
Estación	Amplitud (cm)	Fase (°)	Amplitud (cm)	Fase (°)
Cozumel	7.12	76.59	1.40	309.02

Los valores encontrados de las componentes armónicas en ese estudio concuerdan con los obtenidos por Carrillo-González (2001), reportando que la señal diurna de las corrientes de marea es más intensa que la semidiurna. A partir de esto, se determina el número de forma indicando que, para esta estación, así como para el resto de las estaciones indicadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el tipo de marea es mixta con dominancia semidiurna.

Tabla 4.14. Datos del número de forma para el nivel del mar en sensores de presión

Estación	Número de forma	Tipo de marea
Cabo San Antonio (Cuba)	0.92	Marea mixta, dominancia semidurna
Isla Mujeres	0.37	Marea mixta, dominancia semidurna
Calica	0.40	Marea mixta, dominancia semidurna
Cozumel	0.44	Marea mixta, dominancia semidurna
Xocoxh	0.50	Marea mixta, dominancia semidurna
Chinchorro	0.53	Marea mixta, dominancia semidurna

Tabla 4.15. Niveles de referencia en base a registros de marea astronómica para estación Cozumel

Nivel de Referencia	Abreviación	Altura (m)
Pleamar Máxima Registrada	PMR	0.316
Nivel de Pleamar Media Superior	NPMS	0.097
Nivel de Pleamar Media	NPM	0.083
Nivel Medio del Mar	NMM	0.000
Nivel de Media Marea	NMM	-0.002
Nivel de Bajamar Media	NBM	-0.128
Nivel de Bajamar media Inferior	NBMI	-0.125
Bajamar Mínima Registrada	BMR	-0.242

Tabla 4.16. Niveles de referencia en base a registros de marea astronómica para la estación Puerto Juárez

Nivel de Referencia	Abreviación	Altura (m)
Pleamar Máxima Registrada	PMR	0.236
Nivel de Pleamar Media Superior	NPMS	0.100
Nivel de Pleamar Media	NPM	0.071
Nivel Medio del Mar	NMM	0.000
Nivel de Bajamar Media	NBM	-0.071
Nivel de Bajamar media Inferior	NBMI	-0.090
Bajamar Mínima Registrada	BMR	-0.202

Finalmente, la imagen 13 muestra el calendario de predicción de marea para Puerto Morelos, Q.Roo., la cual fue empleada para la realización de campaña de medición de corrientes superficiales en la región de Punta Maroma. En el gráfico se observa la característica de una marea mixta con predominancia semidiurna, es decir: las aguas marinas ascienden y descienden dos veces al día, pero con una diferencia pequeña en la fase de las alturas y en tiempo.

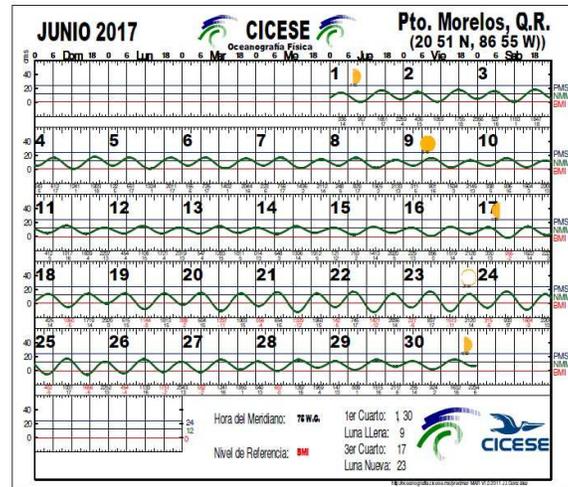


Imagen 4.13. Calendario de predicción de marea para Puerto Morelos, Febrero 2013

4.4.3 Propagación del oleaje hasta la zona de estudio

Como se comentó anteriormente, la situación óptima para la caracterización del oleaje en el tramo de costa objeto de estudio sería disponer de datos instrumentales e información de puntos de previsión de modelos de generación del oleaje en las inmediaciones durante un período temporal lo suficientemente grande y continua que permita la obtención de los regímenes extremal y medio. Dado que esta información sólo se posee en determinados puntos a lo largo del litoral, el proceso que se sigue para la obtención de los parámetros del oleaje en la zona de interés a partir de los datos disponibles en aguas profundas es mediante técnicas de propagación del oleaje.

Al propagarse el oleaje hacia la costa, se producen fenómenos de modificación de los frentes de onda y, por tanto, de distribución espacial de la energía del oleaje (refracción, difracción, reflexión, asomeramiento, disipación de energía por fondo, etc). Para caracterizar correctamente la dinámica del oleaje en la zona de estudio se hace necesario propagar los oleajes existentes en aguas profundas hacia la zona de interés mediante técnicas de modelación numérica.

4.4.3.1 Modelo empleado

Las propagaciones se han realizado utilizando el Modelo de Propagación de Oleaje espectral OLUCA - SP, que forma parte del "Modelo Integral de Propagación de Oleaje, Corrientes y Morfodinámica en Playas" (MOPLA) el cual resuelve el oleaje (OLUCA) y las corrientes de rotura (COPLA) en dominios numéricos rectangulares.

El modelo OLUCA - SP es capaz de simular los procesos antes descritos, tanto para oleaje monocromático como para oleaje espectral, resolviendo la forma parabólica de la ecuación de pendiente suave (Mild Slope) e incorpora modelos de propagación no lineales, simulación de capa límite turbulenta o laminar y la rugosidad del fondo, entre otros factores. Este modelo se clasifica dentro de los modelos no dispersivos en amplitud que resuelven la fase del oleaje y son aplicables sobre batimetrías complejas en dirección a la costa. El modelo OLUCA-SP requiere como condición inicial del oleaje en el contorno exterior, un estado de mar direccional, el cual se representa mediante un espectro bidimensional discretizado en componentes de energía frecuenciales y direccionales, las cuales se propagan de manera simultánea mediante el modelo parabólico.

El modelo ha sido desarrollado inicialmente en la Universidad de Delaware, U.S.A. y mejorado posteriormente entre miembros de la citada Universidad y del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria (GIOC).

4.4.3.2 Selección de casos a propagar

Debido al elevado coste computacional que requeriría la propagación de toda la serie del oleaje mediante modelos numéricos, se ha empleado una técnica de clasificación que, de la serie completa de estados de mar horarios de una serie temporal, se selecciona un número de casos de oleaje que representa al conjunto total. Los estados de mar escogidos son propagados hasta el punto objetivo, para más tarde reconstruir la serie original en función de los casos seleccionados y propagados.

Las técnicas de selección y clasificación más usadas son las conocidas como SOM (Self Organizing Maps), K-medias y MaxDiss, esta última obtiene una mejor selección de los casos extremos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para diseñar una obra costera es muy importante caracterizar de forma precisa el régimen extremal marítimo, por lo que es necesario, al realizar la clasificación de los estados de mar, obtener una buena selección de los eventos extremos.

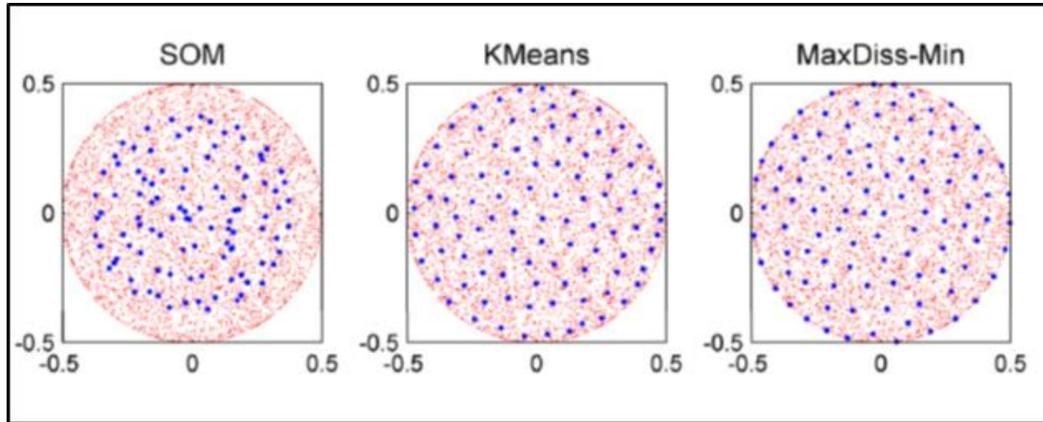


Imagen 4.14. Ejemplo de los resultados obtenidos al implementar las distintas técnicas de clasificación y selección para un mismo conjunto de datos

En este estudio se realizará una selección de los estados de mar a propagar mediante el algoritmo de máxima disimilitud (MaxDiss). Esta técnica permite identificar de una muestra de datos M , el subconjunto de N datos que expliquen la mayor variabilidad del conjunto total. Este algoritmo fue descrito por Kennard y Stone (1969) y aplicado por Camus et al. (2010). Para realizar la propagación, se ha optado por clasificar 150 estados dentro del abanico direccional comprendido entre ENE y el SE (incluyendo ambos sectores) teniendo en cuenta los oleajes dominantes y la orientación de la zona de estudio. La altura de ola y periodo mínimo seleccionados fueron de 0.1 m y 4 s respectivamente.

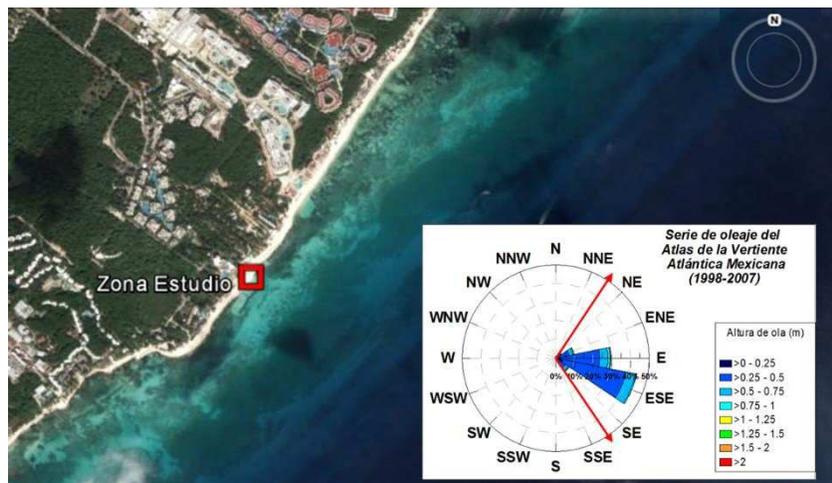
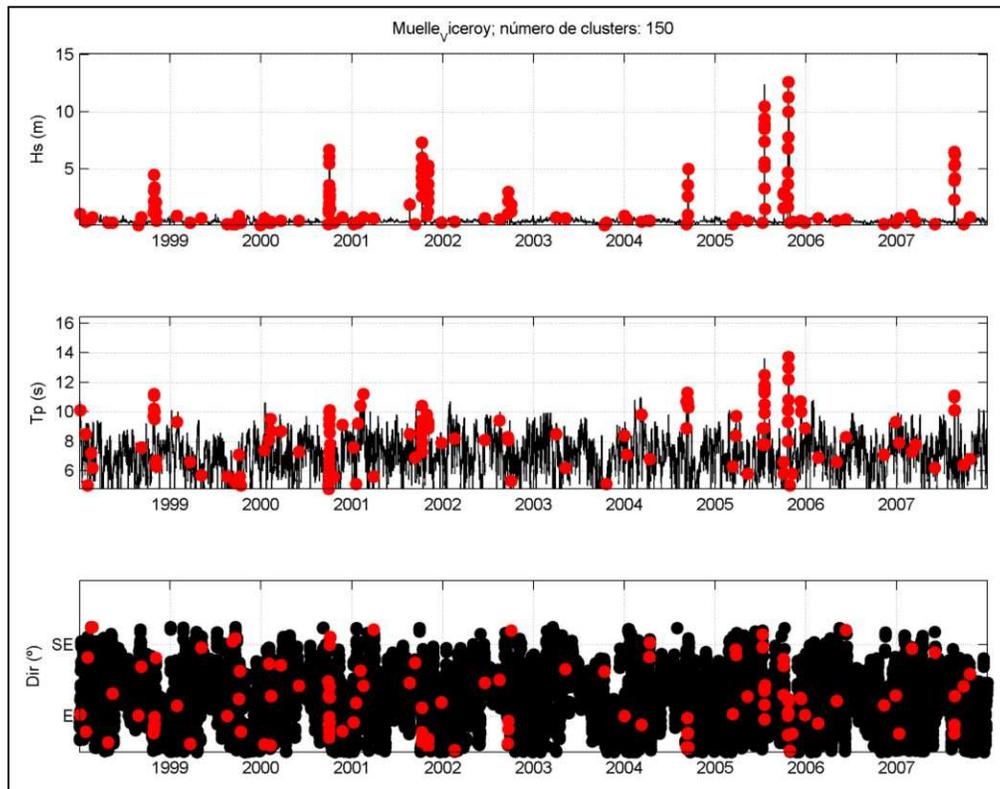


Imagen 4.15. Sector direccional sobre el que se efectuó la clasificación MAXDISS y situación de la zona de estudio.

La elección de dicho número de estados de mar a clasificar se debe a dos motivos: por un lado se considera un número suficiente de casos para

representar correctamente la variabilidad del clima marítimo de la serie de reanálisis de oleaje, y a su vez, el tiempo computacional requerido para la propagación de los 150 estados de mar clasificados no es excesivo.

En la siguiente gráfica se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos tras aplicar el algoritmo a la serie de oleaje, donde se puede concluir que los estados de mar seleccionados (en rojo) se encuentran perfectamente distribuidos en el conjunto total de datos (en negro), obteniendo tanto casos extremos como medios.



Gráfica 4.11. Selección MAXDISS de los estados de mar más representativos. altura de ola (hs), periodo (tp) y dirección (dir) en función del tiempo.

4.4.3.3 Condiciones de la propagación

Como primer paso para la propagación del oleaje, se hace necesario definir una malla numérica sobre la batimetría o dominio de la zona de estudio sobre el que se pretenden efectuar las propagaciones. En el modelo OLUCA dichos dominios se determinan a través de mallas rectangulares, las cuales contienen las cotas batimétricas en cada uno de sus nodos y establecen las condiciones de contorno y forzamiento del oleaje de cada simulación.

La orientación de las mallas depende del ángulo de incidencia de los oleajes a propagar respecto al eje "x" de la malla. En el modelo OLUCA el ángulo máximo respecto al eje "x" está entre $\pm 50^\circ$ a $\pm 60^\circ$. En este estudio, considerando oleaje espectral se ha establecido un ángulo máximo de $\pm 45^\circ$. En la siguiente imagen se muestra la batimetría sobre la que se propagó el oleaje hasta la zona de estudio y la malla numérica. En dicha batimetría se puede observar un bajo que comienza en la cota de 25 m frente a la zona de estudio y cuyos efectos sobre la zona se analizaron tras las propagaciones.

Características de la malla C1 para oleajes del ENE, E, ESE, SE y corrientes asociadas:

Tamaño de la celda: 20 m x 20 m
Orientación: Eje x forma 168.75° con respecto al Norte
N ° de filas X: 69 N ° de columnas Y: 100
Origen: X = 497678.45 m (UTM, 17M) Y = 2285573.90 m

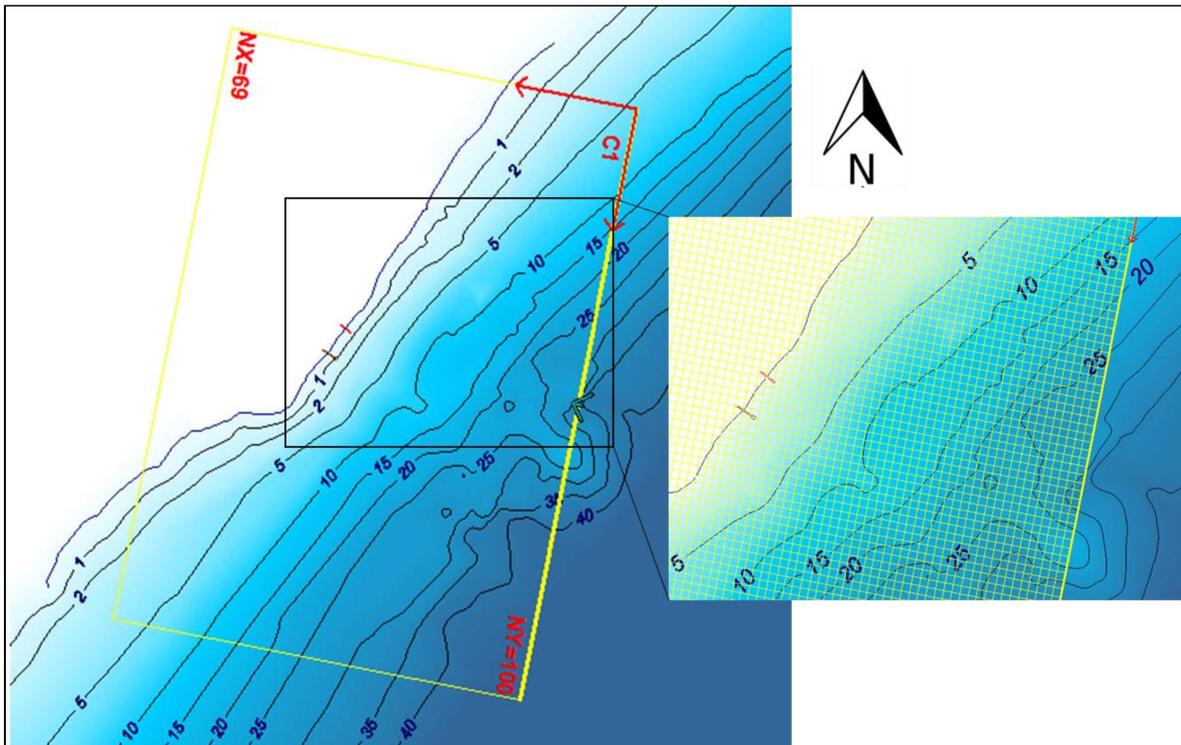


Imagen 4.16. Batimetría y malla numérica para la propagación de oleaje y cálculo de corrientes asociadas.

4.4.3.4 Casos propagados

Con el modelo OLUCA-SP se propagó el espectro de los estados de mar seleccionados de la serie temporal de oleaje (1998-2007) con la técnica MaxDiss.

Tabla 4.17. Casos propagados

Caso	Hs (s)	Tp (s)	Dir (°)	Malla	Caso	Hs (s)	Tp (s)	Dir (°)	Malla
1	0.60	7.10	56.40	C1	26	3.60	7.30	73.90	C1
2	0.30	5.10	56.80	C1	27	3.70	8.90	75.20	C1
3	0.40	7.80	56.90	C1	28	2.90	9.10	75.61	C1
4	0.10	4.00	57.21	C1	29	6.70	10.00	76.70	C1
5	0.50	6.30	57.31	C1	30	1.70	8.00	78.31	C1
6	0.80	8.50	57.51	C1	31	0.70	7.90	79.10	C1
7	0.30	9.20	57.80	C1	32	4.20	7.90	79.11	C1
8	0.20	10.70	57.90	C1	33	2.30	10.10	79.20	C1
9	4.70	9.30	61.31	C1	34	0.40	5.80	79.20	C1
10	5.30	8.90	64.21	C1	35	0.30	11.30	79.21	C1
11	0.30	5.60	64.61	C1	36	1.20	9.70	79.41	C1
12	0.90	9.80	66.11	C1	37	1.00	10.40	79.51	C1
13	0.30	5.00	68.40	C1	38	4.90	8.60	79.90	C1
14	0.40	8.20	68.51	C1	39	7.30	10.40	79.91	C1
15	2.60	10.60	70.01	C1	40	6.10	9.50	80.11	C1
16	3.60	10.60	70.01	C1	41	0.30	5.00	80.21	C1
17	0.20	8.90	70.40	C1	42	0.40	8.50	80.40	C1
18	5.00	10.30	70.50	C1	43	0.80	9.10	80.51	C1
19	2.20	9.20	71.00	C1	44	5.50	9.10	81.11	C1
20	1.30	8.90	71.20	C1	45	3.10	11.10	81.21	C1
21	0.40	9.50	71.60	C1	46	2.20	11.20	81.50	C1
22	0.70	7.40	72.21	C1	47	3.00	8.10	82.01	C1
23	0.30	6.60	72.71	C1	48	4.00	11.10	83.61	C1
24	1.10	8.30	73.01	C1	49	4.50	10.20	84.01	C1
25	0.30	4.00	73.70	C1	50	0.40	9.80	84.71	C1
51	5.30	11.00	84.71	C1	76	7.80	10.80	92.41	C1
52	6.50	11.00	84.71	C1	77	10.00	12.20	92.41	C1
53	1.50	4.80	84.81	C1	78	5.10	8.80	95.40	C1
54	2.60	6.20	85.00	C1	79	2.60	7.30	95.40	C1
55	3.00	6.70	85.00	C1	80	4.30	8.00	95.41	C1
56	2.00	5.50	85.00	C1	81	6.00	9.40	95.41	C1
57	3.40	10.00	85.30	C1	82	0.90	9.30	96.51	C1
58	0.70	6.90	85.50	C1	83	0.20	7.10	96.90	C1
59	3.20	8.60	86.30	C1	84	8.50	11.30	97.10	C1

Caso	Hs (s)	Tp (s)	Dir (°)	Malla	Caso	Hs (s)	Tp (s)	Dir (°)	Malla
60	0.20	7.60	86.30	C1	85	9.40	11.80	97.11	C1
61	2.20	8.10	87.11	C1	86	0.30	5.10	98.40	C1
62	5.60	9.90	87.90	C1	87	0.30	7.90	98.80	C1
63	0.30	10.80	89.01	C1	88	11.30	13.00	99.51	C1
64	1.70	9.50	89.40	C1	89	0.50	6.60	99.80	C1
65	3.60	7.30	89.40	C1	90	12.60	13.70	100.81	C1
66	0.20	5.60	90.21	C1	91	0.50	10.00	100.90	C1
67	0.90	8.40	90.30	C1	92	0.90	7.10	100.90	C1
68	0.10	4.00	90.40	C1	93	0.50	10.70	101.50	C1
69	4.70	9.30	90.41	C1	94	2.70	10.10	101.81	C1
70	0.30	8.90	90.71	C1	95	0.50	5.80	102.40	C1
71	6.80	10.10	91.00	C1	96	5.40	10.10	102.70	C1
72	1.10	10.10	91.21	C1	97	0.30	8.70	102.70	C1
73	0.20	6.30	91.41	C1	98	6.30	10.10	102.71	C1
74	3.70	9.30	92.21	C1	99	4.20	10.10	102.71	C1
75	2.50	9.30	92.21	C1	100	1.20	5.10	102.80	C1

4.4.3.5 Regímenes medios direccionales de oleaje

Los regímenes medios de oleaje en la playa nos permiten determinar cuanta energía llega a la costa y cómo se distribuye direccionalmente, aspecto importante a la hora del cálculo de corrientes, y por tanto, del transporte litoral. Se ha calculado el régimen medio y flujo medio de energía en un punto a 4 m de profundidad frente a la zona de estudio, que servirá como condiciones de oleaje de entrada al modelo GENESIS de evolución de la línea de costa y en el que se evaluará el efecto de la ampliación del "Muelle Viceroy". Además, se propagaron 8 casos de oleajes medios y de temporal en el entorno del "Muelle Viceroy" con el objetivo de caracterizar oleaje y corrientes en el entorno de la zona de proyecto. Todas estas variables serán de utilidad en un futuro a la hora de establecer condiciones de diseño para intervenciones de cualquier tipo en este tramo de costa.

4.4.3.5.1 Punto de control p1 para interpolación de serie de oleaje de entrada al modelo GENESIS

En el modelo numérico se ha establecido el punto de control, P1, en el que se obtienen los resultados de las propagaciones realizadas, los cuales se interpolan a la base de datos histórica en el punto de aguas profundas, obteniéndose así una serie extendida que cubre todo el periodo 1998-2007 en el citado punto. A partir de esta serie se pueden obtener los regímenes extremal y medio en dicho punto sin pérdida de información. La dirección de flujo medio de energía en el punto 1 es S73.3E.

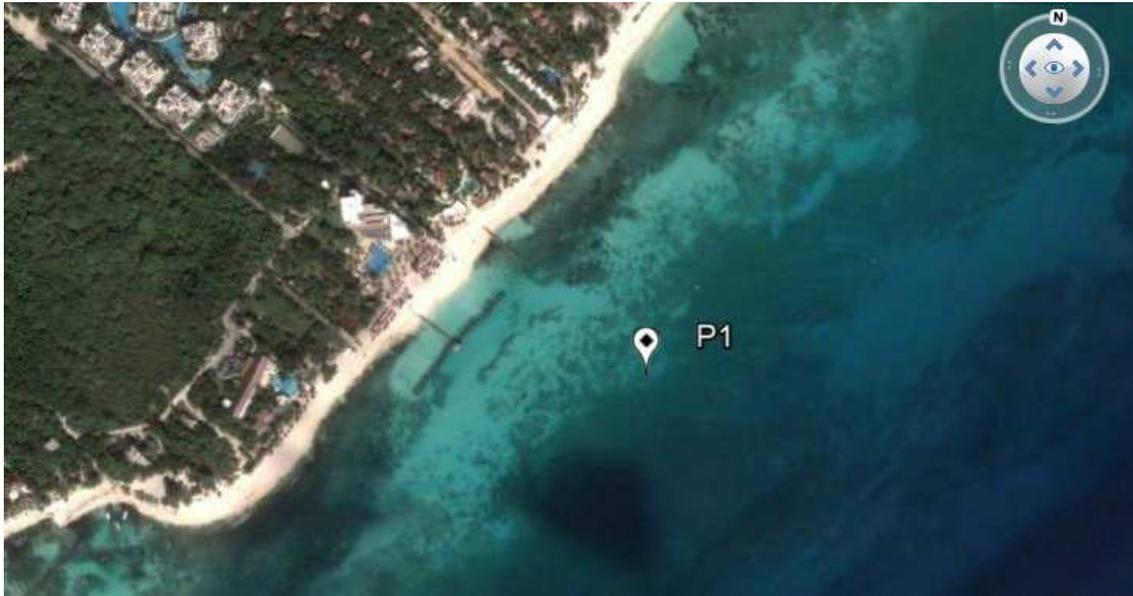


Imagen 4.17. Localización del punto p1 para la reconstrucción de la serie de oleaje a 4 m de profundidad frente a la zona de estudio

Régimen medio

El régimen medio del oleaje en el punto P1 presenta 66 % de frecuencia de ocurrencia de oleajes del ESE y un 18 % de oleajes del E. El 50 % de los oleajes son inferiores a 0.4 m. Los temporales en este punto presentan una Hs12 de 3 m. la altura de ola máxima en el punto para los 10 años de la serie nunca superó los 3.4 m.

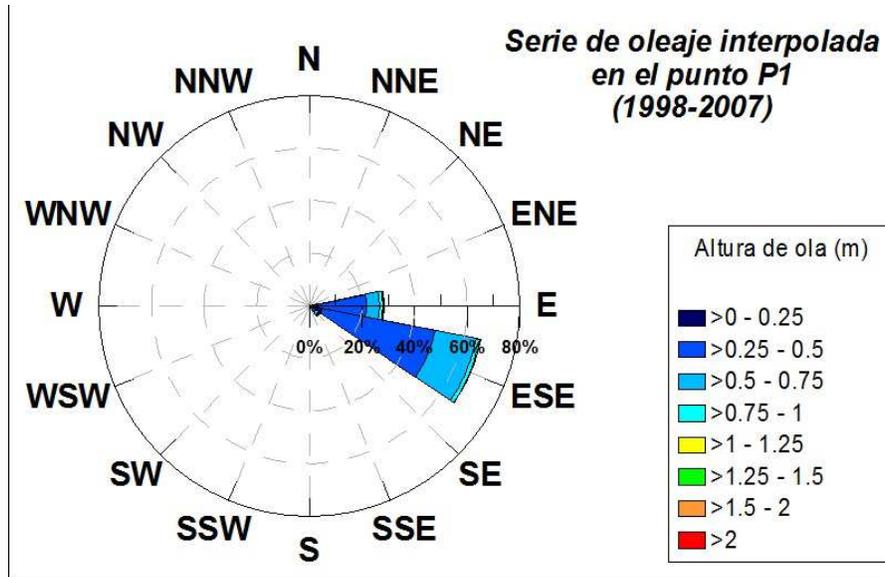


Imagen 4.18. Rosa de oleaje P1

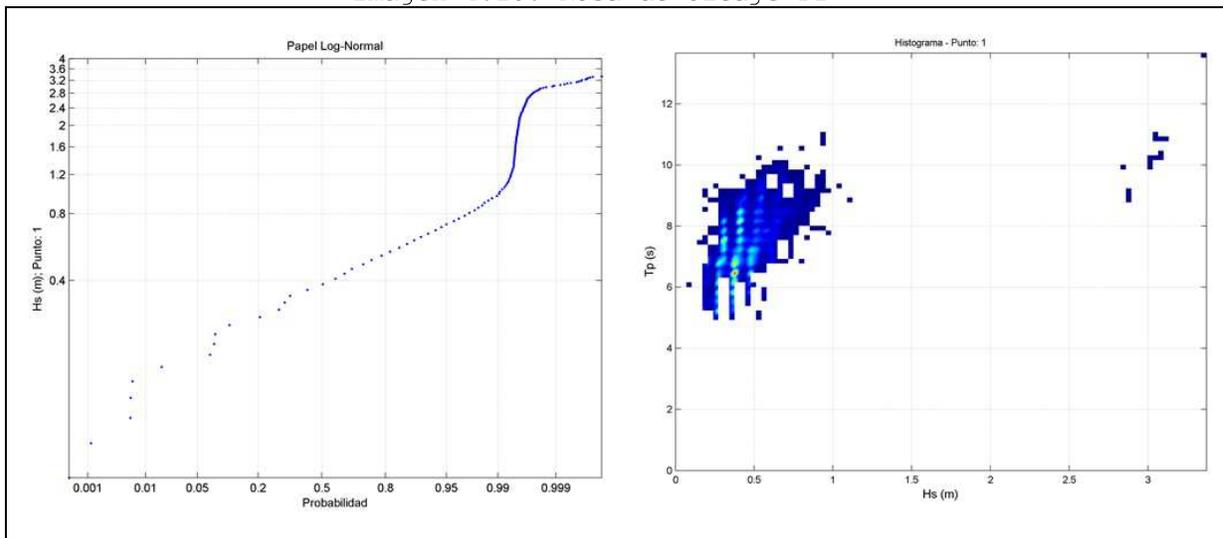
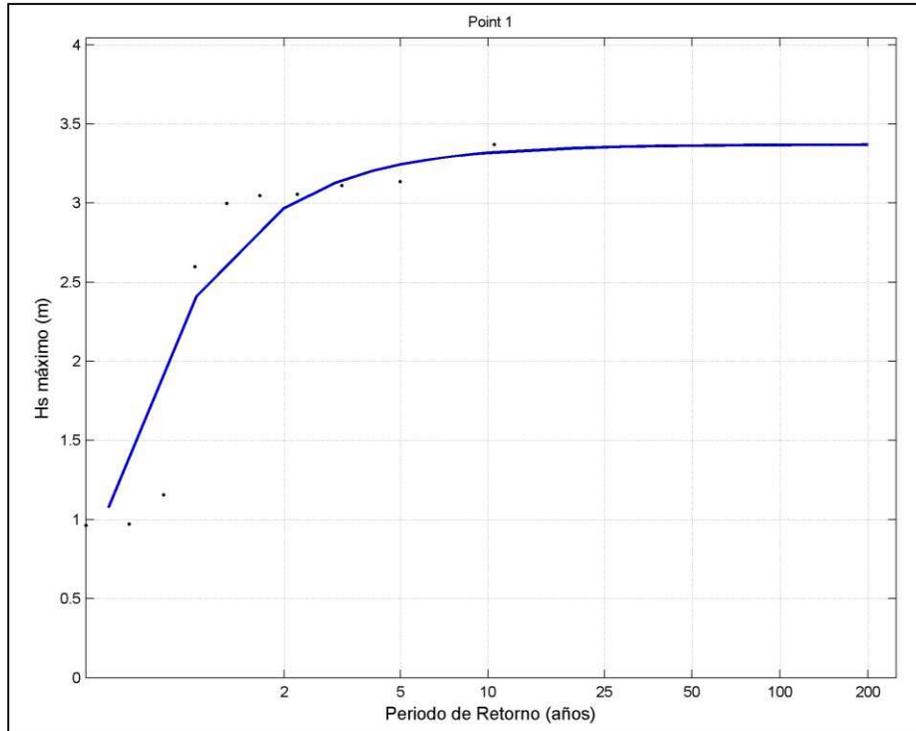


Imagen 4.19. Función de distribución (izquierda) que muestra la probabilidad de ocurrencia de cada hs y probabilidad conjunta de altura de ola, hs - periodo, tp (derecha)

Régimen extremal



Gráfica 4.12. Periodo de retorno de la altura de ola en años

4.4.3.5.2 Régimen de oleaje en la zona del proyecto

A modo de ejemplo de las propagaciones, en este apartado se presentan los gráficos de vectores y magnitud de altura de ola, para un oleaje medio anual correspondiente a la altura de ola superada el 50% de las veces con $H_s = 0.5$ m y $T_p = 6$ s para las direcciones que inciden sobre la zona de estudio, ENE, E, ESE y SE y de igual forma, para una condición de temporal medio anual, solo superada 12 horas al año, con $H_s = 6$ m y $T_p = 11$ s para las direcciones de las que proceden los oleajes de mayor magnitud E y ESE.

Oleajes medios anuales

Los oleajes medios propagados correspondientes a la $H_{50\%}=0.5$ m de la serie analizada de no se encuentran afectados por el bajo.

Todas las direcciones de oleajes de condiciones medias de $H_{50\%}=0.5$ m propagados llegan a la costa con una magnitud de altura de ola similar a la de indefinidas.

En toda la zona no se observan gradientes de altura de ola para ninguno de los oleajes propagados, pero si cierta oblicuidad en los frentes de oleaje

de las diferentes direcciones de oleaje analizadas y que tienen influencia en el sector.

Los oleajes de componente ENE llegan a la costa presentando cierta oblicuidad. Para los oleajes de componente E, ESE y SE los frentes son prácticamente paralelos a la costa. Los oleajes medios procedentes de estos tres sectores arriban con dirección ESE al "Muelle Viceroy". Esto quiere decir que los oleajes del E, se reorientan más que el resto al llegar a la costa e influirá en las características de las corrientes de rotura asociadas a estos oleajes de menor magnitud.

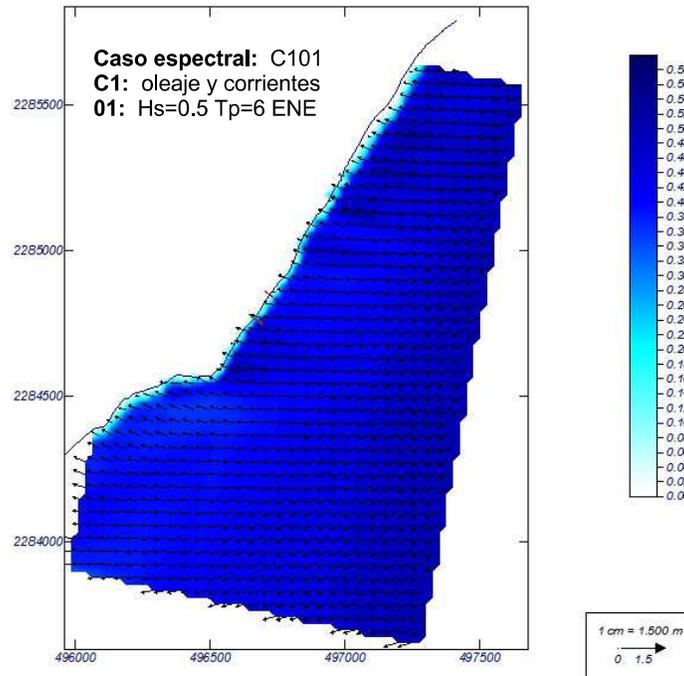


Imagen 4.20. Propagación de oleaje medio ene, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

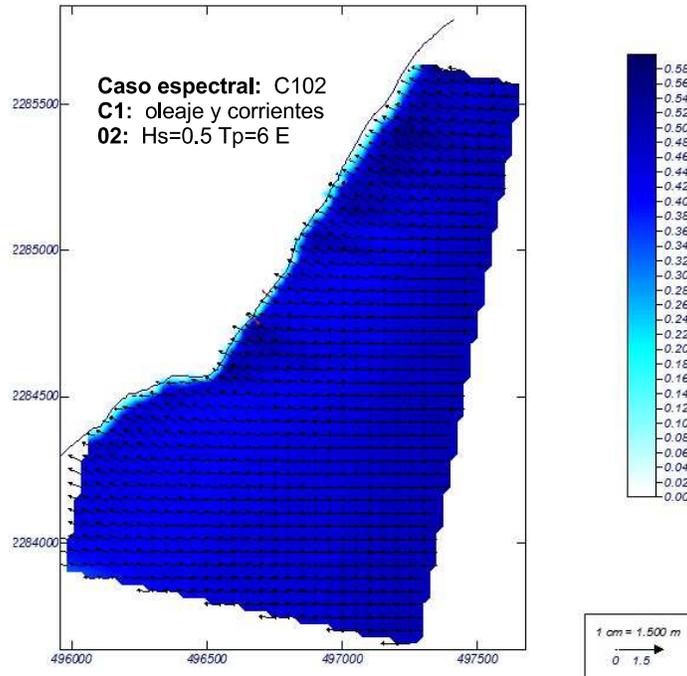


Imagen 4.21. Propagación de oleaje medio e, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

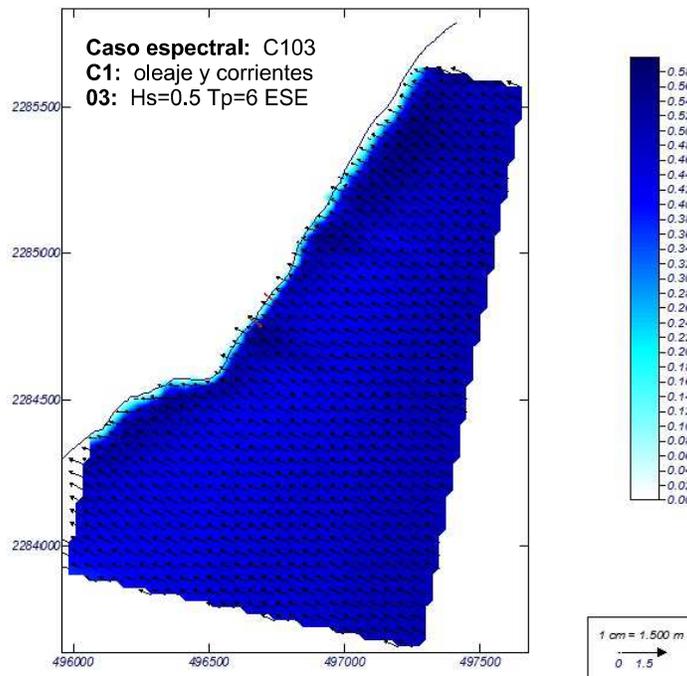


Imagen 4.22. propagación de oleaje medio ese, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

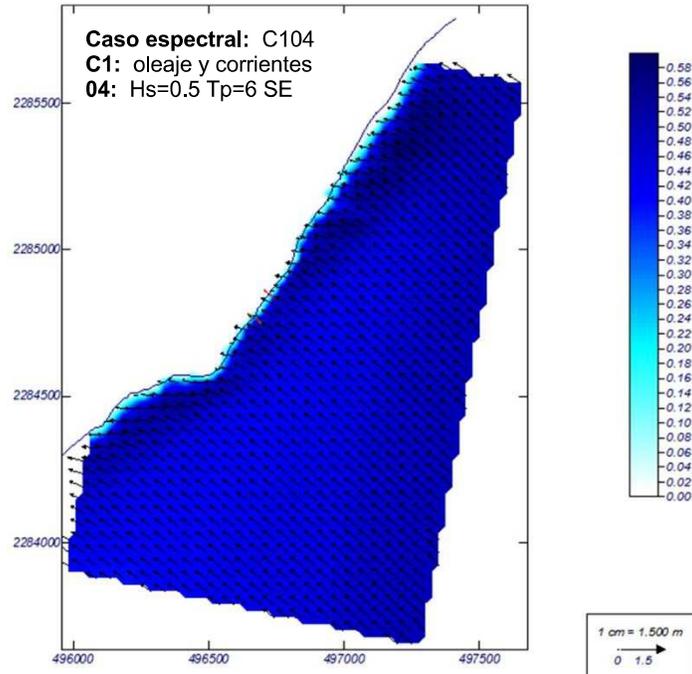


Imagen 4.23. Propagación de oleaje medio se, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

Oleajes de temporal

Los oleajes de temporal procedentes del SE y ESE se ven ligeramente afectados por el bajo localmente sin afectar en la intensidad o características de su llegada a la zona de estudio.

Los oleajes de temporal del ENE y E llegan a la playa con menor ángulo de inclinación y una mayor disminución de altura de ola que los oleajes de condiciones medias, lo que hace que todos los temporales lleguen a la costa igual de reducidos independientemente del sector direccional del que procedan (ENE, E, SE, ESE aunque sean más frecuentes los temporales procedentes del E). Todos los oleajes presentan una zona de menor altura de ola al sur de la zona de proyecto que tendrá implicaciones en las corrientes asociadas a estos eventos. Como ejemplo de esto se muestra el mapa de las amplitudes de altura de ola para el caso del ESE.

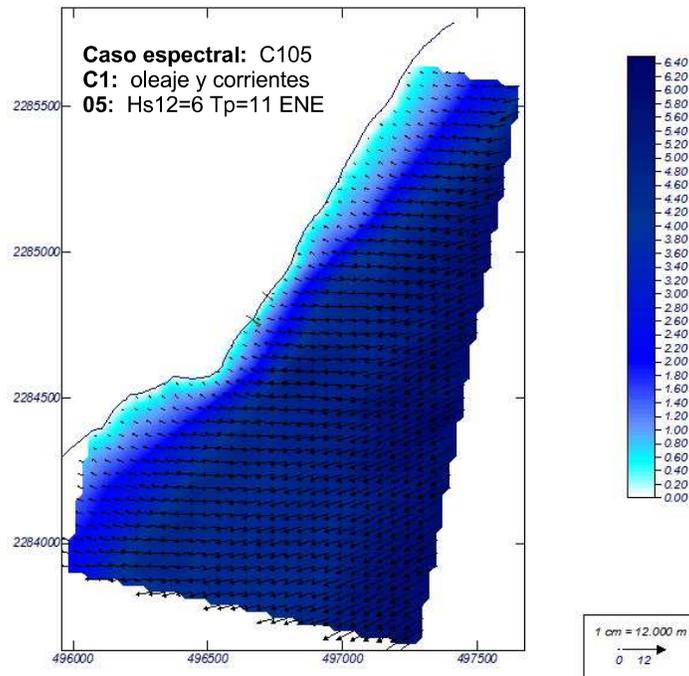


Imagen 4.24. Propagación de temporal ene, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

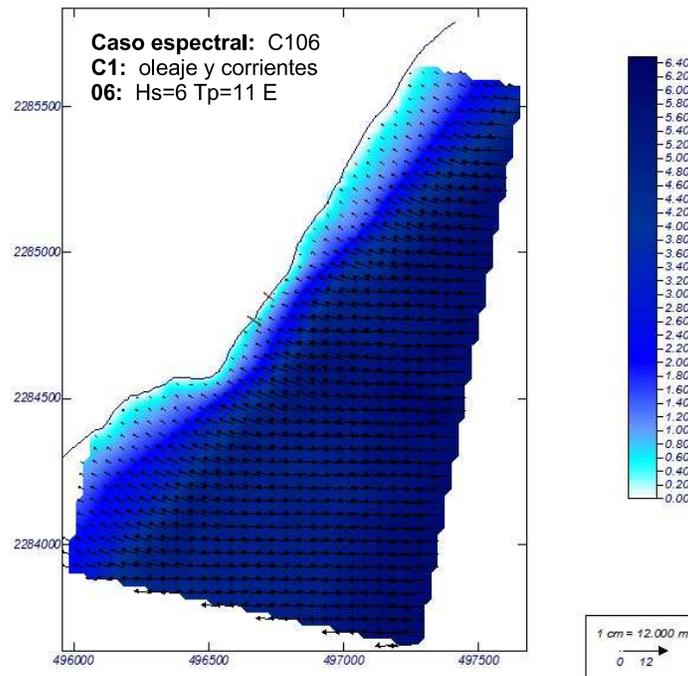


Imagen 4.25. Propagación de temporal e, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

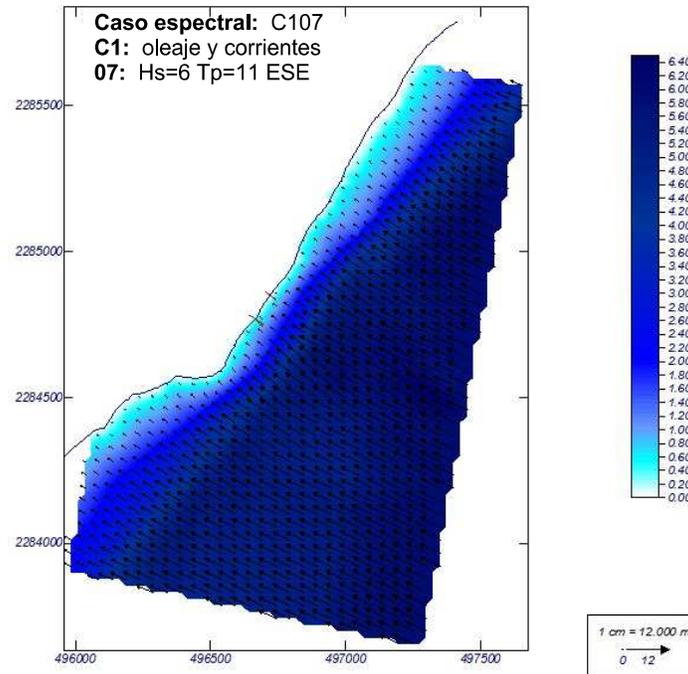


Imagen 4.26. Propagación de temporal ese, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

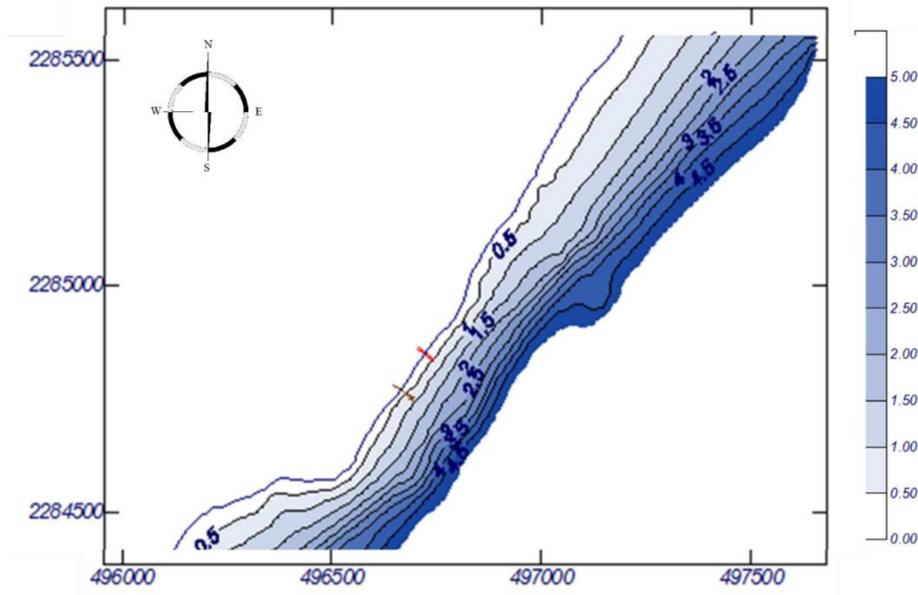


Imagen 4.27. Isoamplitud de altura de oleaje medio del ESE.

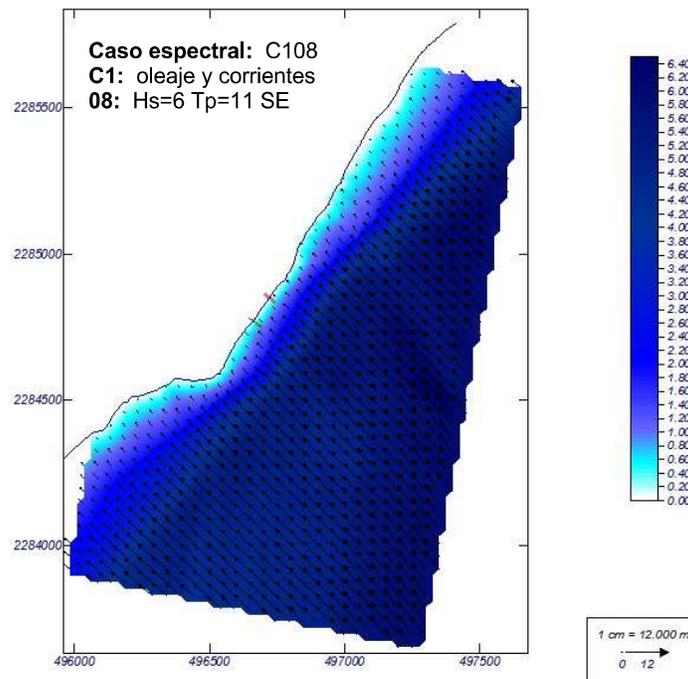


Imagen 4.28. Propagación de temporal de ENE, magnitud y vectores de alturas de ola, zona "Andador Rústico Viceroy".

4.4.4 Caracterización del sistema de corrientes en planta

La rotura del oleaje genera una corriente, fundamentalmente paralela a la playa, que es función del ángulo con el que el oleaje aborda la costa (corrientes de incidencia oblicua) y de su altura de ola. Estas corrientes, denominadas corrientes longitudinales, son de especial importancia en la disposición de equilibrio de una playa y, más concretamente, en su forma en planta, dado su importante capacidad de transporte de arena.

En efecto, las corrientes longitudinales se producen en la zona de rotura del oleaje y, por tanto, en un área donde el sedimento se encuentra en suspensión (por la acción propia de la rotura del oleaje) y es fácilmente transportable por efecto de dichas corrientes.

Con base en las propagaciones anteriormente descritas en el Apartado 4.4.3.5.2 de este documento se procede a analizar el sistema de corrientes inducido por dichos oleajes en la playa, en el entorno del Proyecto

Corrientes asociadas a oleajes medios anuales

Los oleajes de 0.5 m generan corrientes débiles e inferiores a 0.1 m/s con tendencias costa arriba, a excepción de los procedentes del ENE, que invierten la dirección de la corriente. Por tanto, ya que los oleajes más frecuentes en la zona de estudio son los procedentes del E (30%) y del ESE (45%), la situación media dominante en la zona de estudio son corrientes débiles costa arriba (de SW a NE). Debido a las magnitudes casi despreciables de las mismas y a la similitud de todos los casos se muestran las corrientes generadas por el oleaje medio del ESE y que se considera representativa de la situación dominante.

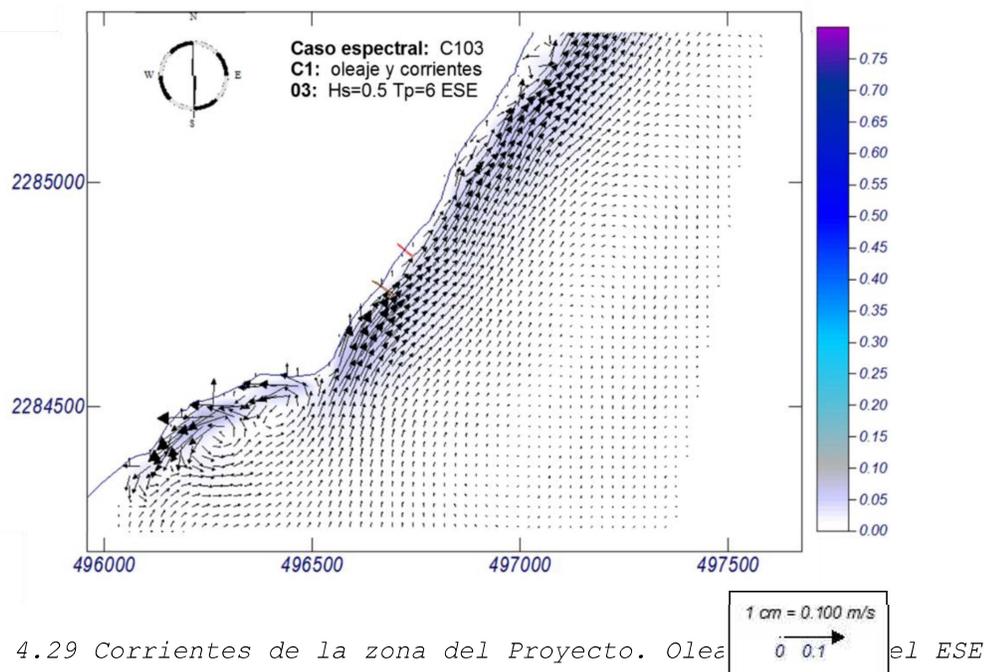


Imagen 4.29 Corrientes de la zona del Proyecto. Oleaje medio del ESE

Corrientes asociadas a oleajes de temporal

Debido a las diferencias espaciales en la altura de ola en el tramo objeto de estudio en situaciones de temporal, se producen corrientes intensas por gradiente de altura de ola (de zonas de mayor H_s , tramo al Norte, a zonas de menor H_s , tramo al Sur de la zona de estudio).

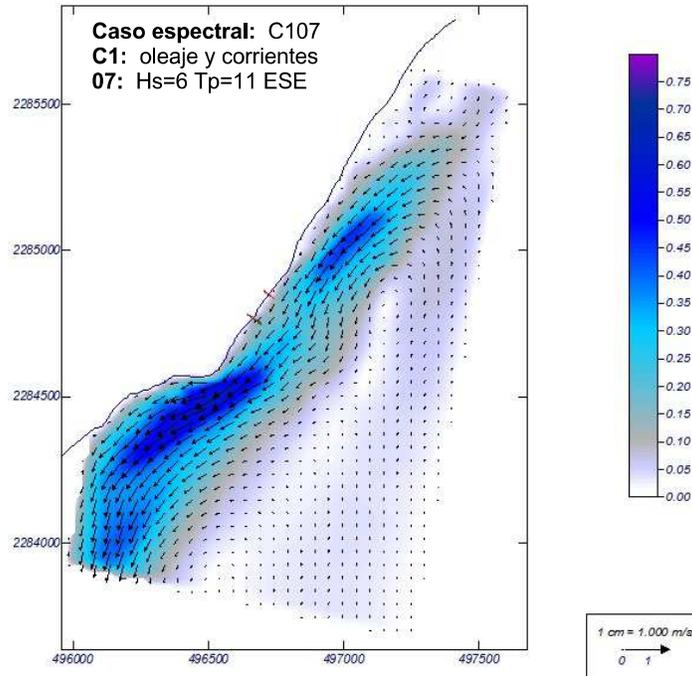


Imagen 4.30. Corrientes en la zona del Proyecto. Temporal del ESE

Conclusiones relativas a las corrientes de rotura

Con base a lo anteriormente expuesto se concluye que existen dos situaciones claramente diferenciadas y en función de la magnitud de los eventos:

Los oleajes medios de $H_{50\%}=0.5$ m y periodo corto generan corrientes débiles con tendencia costa arriba (de SW a NE). Esta es la situación media anual de la zona de proyecto.

Los oleajes asociados a un temporal medio anual de $H_{s12}=6$ m y periodo largo generan corrientes de mayor intensidad costa abajo (de NE a SW).

4.5 DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA DEL PREDIO

A continuación, se describirán de manera más específica los aspectos relacionados a Flora y Fauna para el predio donde se pretende desarrollar las actividades que contempla el proyecto.

4.6 MEDIO TERRESTRE

4.6.1 Vegetación terrestre

El tipo de vegetación y distribución en el área del proyecto y zona circundante, de acuerdo con la clasificación del INEGI en la Carta de Uso del Suelo y Vegetación serie V, se ubica dentro del área de Asentamientos Humanos.

Se observa una concordancia con el uso de suelo actual en la zona toda vez que se refiere al área de playa del Hotel Viceroy.

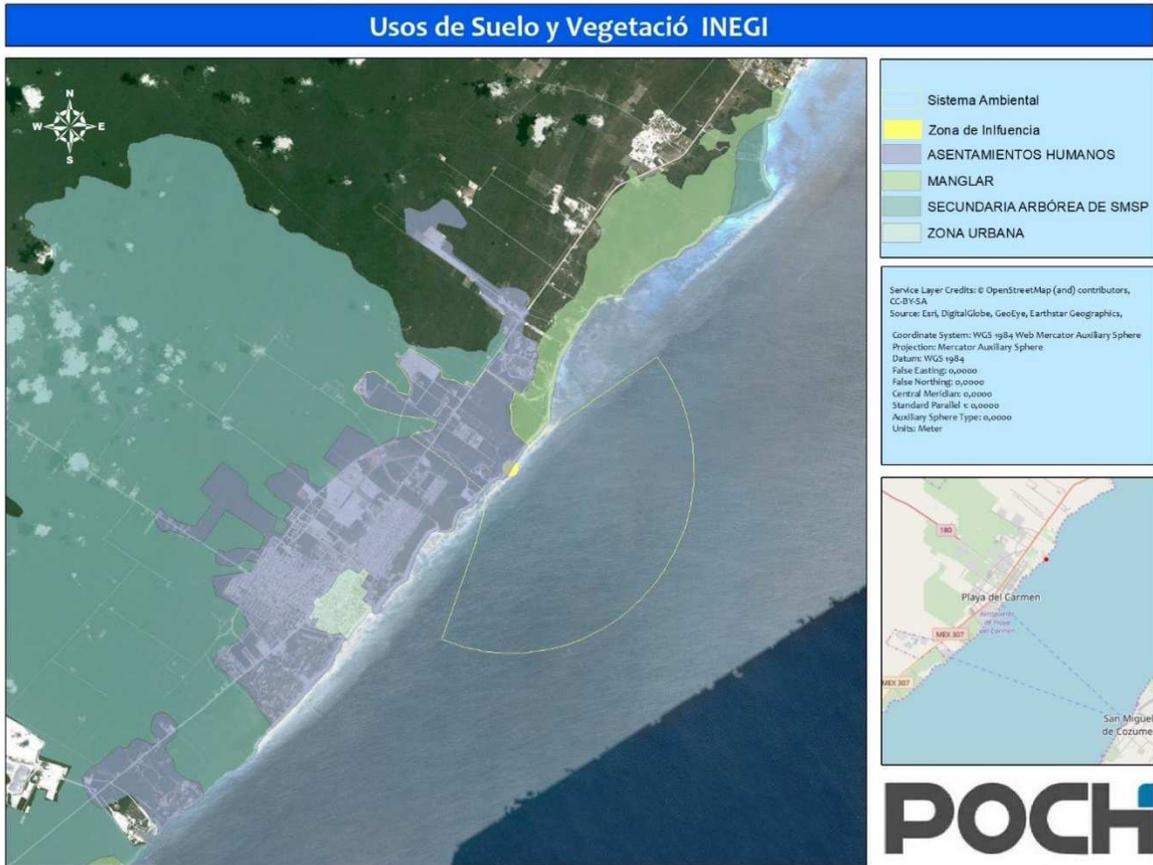


Imagen 4.31. Ubicación del sitio del Proyecto con respecto a la serie V del INEGI.

El sitio del proyecto en específico se encuentra en la duna móvil por lo que no se registró ninguna especie en donde se propone el desplante del proyecto.



Fotografía 4.1. Vista hacia el sur en la zona del Proyecto, se observa sin vegetación.



Fotografía 4.2. Vista hacia el norte en la zona del Proyecto, se observa sin vegetación.



Fotografía 4.3. Vista hacia el este, directo hacia la zona del Proyecto.



Fotografía 4.4. Vista aérea hacia el sur en la zona del Proyecto, se observa sin vegetación.



Fotografía 4.5. Vista aérea hacia el norte en la zona del Proyecto, se observa sin vegetación.



Fotografía 4.6. Vista aérea hacia el sitio de desplante inicial del muelle, se observa sin vegetación.

4.6.2 Fauna terrestre

Los resultados para la fauna terrestre están directamente relacionados con el uso de suelo que la zona tiene actualmente y al hecho de que la vegetación terrestre fue nula.

Se recorrió la zona y se avistaron 4 individuos de *Larus atricilla*, 3 *Pelecanus occidentalis*, 6 de *Quiscalus mexicanus* y 2 *Mimus gilvus*.

Ninguna especie avistada se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se avistaron especies del grupo de las aves. Anfibios, reptiles y mamíferos no obtuvieron registros.

MEDIO MARINO

Los arrecifes de coral son considerados uno de los ecosistemas de mayor diversidad en el mundo, comparables con los bosques tropicales lluviosos, caracterizados por su alta heterogeneidad y complejidad estructural, ubicándolos dentro de los ecosistemas más productivos del planeta. Son sistemas abiertos con intercambio de organismos, nutrimentos y productos reproductivos, entre los arrecifes mismos y con otros sistemas, todos ellos mediados total o parcialmente por el flujo del agua (Magalef, 1974; Sale 2004).

La zona costera de la Riviera Maya es parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el cual se extiende a lo largo de casi 350 km de costa desde Isla Contoy hacia el sur hasta Xcalak, incluyendo islas como Cozumel y el atolón Banco Chinchorro. El desarrollo de los arrecifes a lo largo de la costa de Quintana Roo varía naturalmente, a menudo es discontinuo y se puede dividir en 3 zonas: norte, centro y sur.

Los arrecifes en el norte tienen arrecifes poco profundos, de desarrollo parcial, con diversidades bajas y numerosas colonias de *Acropora palmata* (coral cuerno de alce). Las zonas central y sur contienen arrecifes poco profundos más continuos y cadenas de arrecifes mejor desarrolladas. El SAM como ecosistema contribuye a la estabilización y protección de los paisajes costeros y sirve como hábitat para la alimentación y crianza de mamíferos marinos, reptiles, peces e invertebrados, muchos de los cuales son de gran importancia comercial; también, tiene gran relevancia socioeconómica ya que da empleo y es fuente de ingresos para personas que viven en las áreas costeras cercanas (INE-SAM, 1997). Los arrecifes de coral proporcionan valor comercial, recreativo y turístico para las comunidades costeras.

El turismo es la principal actividad económica en Quintana Roo, especialmente en Cancún, Playa del Carmen, Cozumel y Tulum. Actualmente los ecosistemas arrecifales se encuentran gravemente amenazados por las actividades humanas principalmente y su deterioro es un proceso a escala global (Burke et al., 2001).

En el marco de acuerdos internacionales para la protección del SAM, se han desarrollado protocolos para el monitoreo, conservación y uso sostenible de este recurso, (Wilkinson y Baker, 1997) como es el caso del protocolo de AGRRA (Atlantic & Gulf Reef Assessment), método empleado ampliamente en el mundo para la evaluación y seguimiento del estado de los sistemas arrecifales y organismos asociados.

Para la presente descripción se utilizará el protocolo AGRRA, 2016, ya que se considera el más adecuado para las necesidades del proyecto. Éste método permite describir el estado del arrecife coralino, el porcentaje de cobertura del coralina, describir las comunidades de peces.

4.6.3 Metodología

Se cubrió un área aproximada de 700 m², considerando 100 metros lineales de costa del frente del hotel Viceroy, de la zona a federal, y 70 metros mar adentro (100m x 70 m). Se tomó como referencia el muelle del hotel Viceroy, dividiendo el área de prospección en dos secciones, zona marina profunda y zona somera adyacente a la costa donde se realizaron 8 transectos de bentos y 12 transectos de peces.

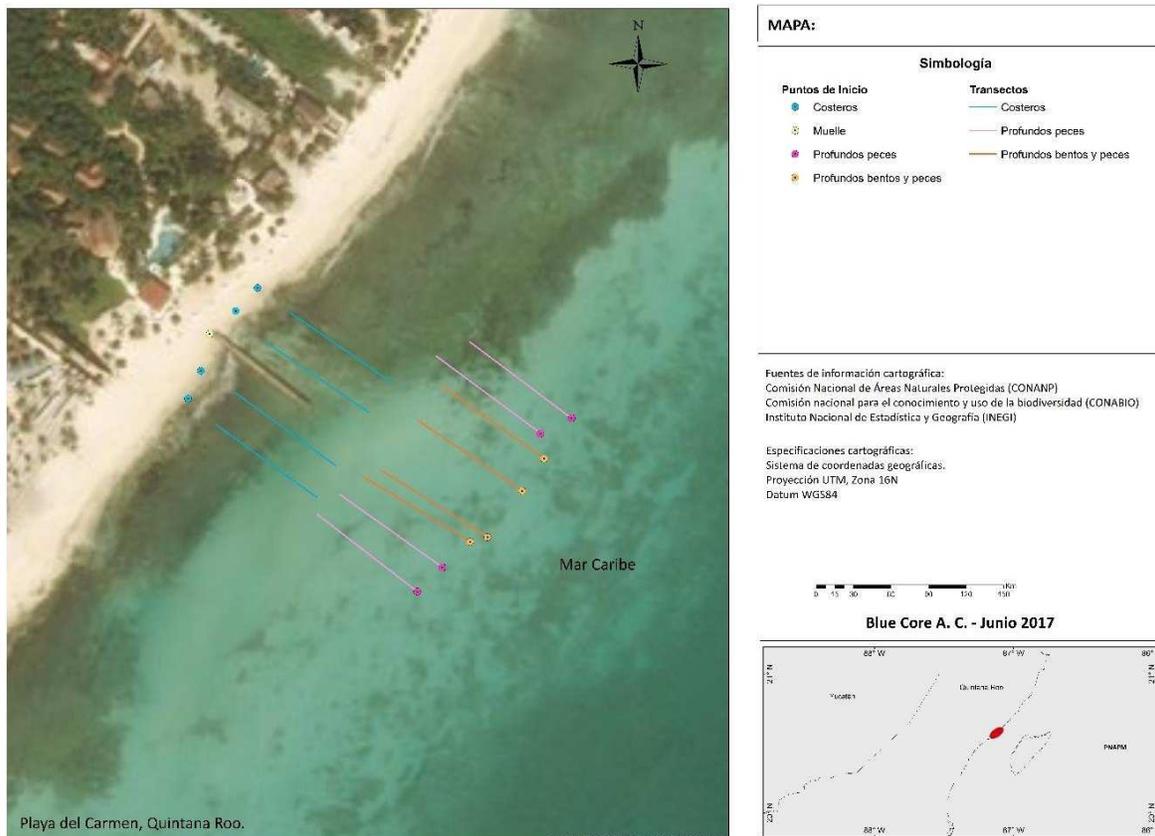


Imagen 4.32. Ubicación y descripción de los transectos realizados durante la descripción del hábitat del muelle frente al Hotel Viceroy.

4.6.3.1 Protocolo de monitoreo Atlantic & Gulf Reef Assessment (AGRRA)

Después de evaluar las diferentes metodologías que se han venido formulando y utilizando en el mundo para el seguimiento de las comunidades de peces, estructura arrecifal y cobertura bentónica, se eligió el protocolo del programa internacional AGRRA (Atlantic & Gulf Reef Assessment), (AGRRA, 2010), con ligeras modificaciones debido a las particularidades del estudio y las condiciones ambientales del sitio a evaluar.

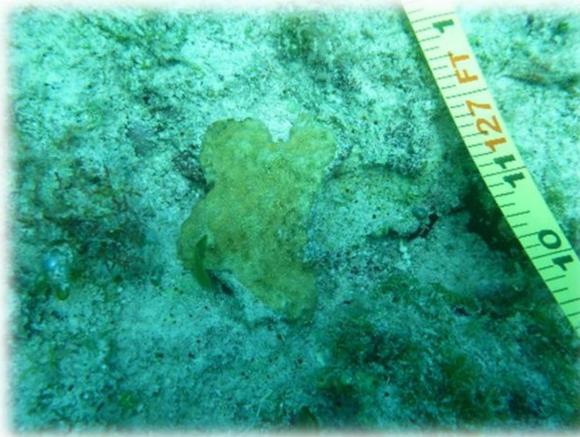
Para el monitoreo (AGRRA) se recorrió el área marina mediante buceo autónomo, el trabajo de campo requirió de dos días y dos buzos especialistas, asimismo se tomaron fotografías submarinas y video como registro de la evidencia del estado actual del sitio en cuestión.

El área de monitoreo se dividió en dos secciones, zona marina profunda, que se realizó con ayuda de una embarcación, y zona somera adyacente a la costa a la cual se accediendo por la playa. Los monitoreos se realizaron entre



Fotografía 7. Diferentes tomas durante los recorridos en los transectos marino

las



8:00 hrs y 14:00 hrs, se registró una profundidad entre los 0.6 m y 6 m, la temperatura varió entre los 28°C y 29°C.

4.6.3.2 Método de monitoreo de diversidad y abundancia de peces.

El protocolo de AGRRA únicamente considera una lista específica de peces clave del SAM y juegan un papel importante en el ecosistema arrecifal (ANEXO 1). En total se realizaron 12 transectos, ocho transectos en la zona marina profunda y cuatro en la zona somera adyacente a la costa, la mitad de los transectos se hicieron del lado derecho del muelle en cuestión y la otra mitad al lado izquierdo (seis de un lado y seis del otro lado). El primer día de monitoreo se realizaron los transectos profundos y el segundo día los someros.

Antes de iniciar cada transecto se registró el punto de inicio del transecto con el GPS, la hora de inicio y la profundidad.

Los transectos fueron de 50m lineales por 2m de ancho, cubriendo un área total de 1,200 m², distribuidos perpendicularmente a la costa y de forma aleatoria, siempre respetando una distancia mínima de 10 metros

aproximadamente entre cada transecto, el método aplicado fue censo visual de tipo banda (unidad de muestreo).

Para cada transecto se utilizó equipo SCUBA, materiales de monitoreo y el formato establecido por AGRRA.

Para el registro de los peces el buzo nadó a una velocidad constante sobre la cinta métrica de 50 m y utilizó la vara T de PVC de 1 m de ancho como referencia para cubrir los 2 m de banda, cada transecto tomó 10 minutos aproximadamente

Los datos que se registrados fueron; especie observada, número de organismos por especie y el tamaño aproximado.

Materiales:

Cinta métrica de 50 m.

Varilla de PVC en forma de T de 1 metro de ancho.

Equipo SCUBA

Boya

Tabla y formato para registro de datos.

4.6.3.3 Método de monitoreo de bentos y estructura arrecifal

Se aplicó el protocolo de AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) para evaluar indicadores de bentos (macro-algas, organismos bentónicos, especies clave de salud arrecifal como la langosta y erizos), estructura arrecifal. Dicho método evalúa estructura bentónica, función ecosistémicos, patrones de cambio costero y arrecifal, y bienestar social (McField and Kramer., 2007). Brevemente, basándonos en el método de AGRRA (AGRRA, 2016) y con una modificación en la longitud del transecto, se realizaron 8 transectos de 50m de largo con la metodología de punto de intercepción:

- Se utilizó el transecto de 50 m que ha instalado el buzo 1 (monitoreo de peces).
- Se registró el número de transecto, profundidad y temperatura antes de comenzar cada transecto.
- Se registró la especie o sustrato encontrado cada 10cm a lo largo del transecto de 50m (Fig.10)
- La caracterización del hábitat se realizó con un total de 2,000 puntos en la zona adyacente a la costa y 2,000 puntos en la zona marina. Con un total de 4,000 puntos en el área de estudio.

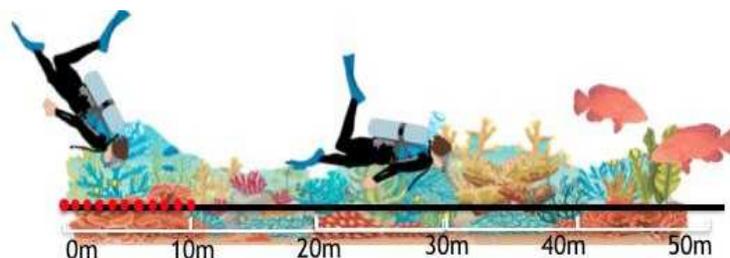


Imagen 4.33. Transecto utilizado para el monitoreo de estructura del hábitat y salud arrecifal basado en la metodología AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) con modificación de longitud de transecto a 50m.

4.6.4 Resultados

4.6.4.1 Abundancia y diversidad de peces.

Se realizaron 12 transectos cubriendo un área de 1,200 m² del sitio de estudio, el trabajo de campo tuvo una duración de dos días y se realizó durante el mes de junio del 2017. En total se identificaron 8 familias de peces; *Pomacanthidae*, *Chaetodontidae*, *Haemulidae*, *Scaridae*, *Lutjanidae*, *Acanthuridae*, *Labridae*, *Monacanthidae*. De las 79 especies consideradas en el protocolo de AGRRA se reportaron 34 especies, adicionalmente se reportaron 2 especies más (*Abudefduf saxatilis* y *Caranx bartholomaei*) que no son consideradas en AGRRA debido a su abundancia, así como también erizos, calamares y langostas. Las especies más observadas durante los transectos fueron: *Acanthurus chirurgus*, *Scaridae juveniles*, *Thalassoma bifasciatum* y *Stegastes planifrons*, pero la que presentó mayor abundancia y se registró en cada transecto fue *Halichoeres bivittatus*.



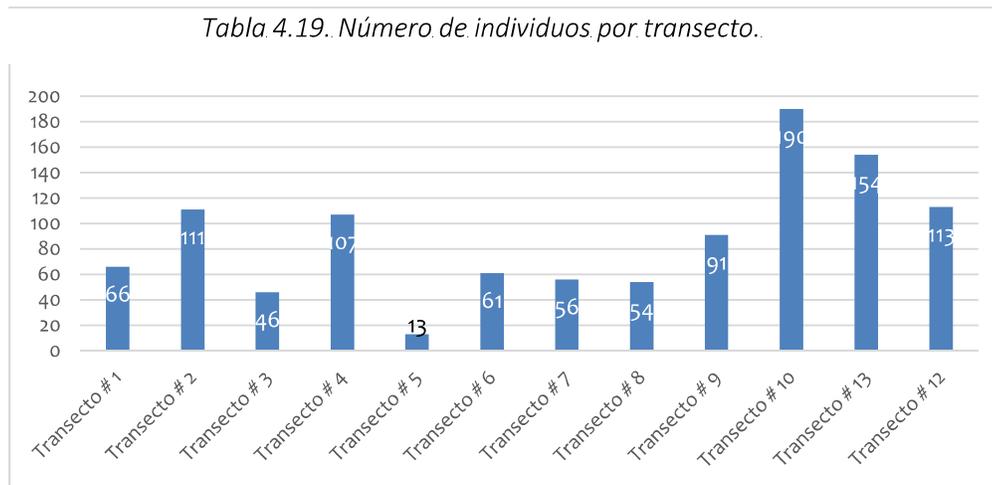
Fotografía 4.8. Halichoeres bivittatus fue la especie más observada en los monitoreos.

Tabla 4.18. Diversidad de especies de peces registradas en el muestreo.

Familia	<i>Pomacanthidae</i>	Otros
Nombre común	Peces ángel	Nombre científico
Nombre científico		<i>Sphoeroides spengleri</i>
<i>Pomacanthus paru</i>		<i>Caranx bartholomaei</i>
<i>Pomacanthus arcuatus</i>		<i>Caranx ruber</i>
<i>Holacanthus ciliaris</i>		<i>Kyphosus</i> spp.
Familia	<i>Chaetodontidae</i>	<i>Lactophrys bicaudalis</i>
Nombre común	Peces mariposa	<i>Stegastes planifrons</i>
Nombre científico		<i>Microspathodon chrysurus</i>
<i>Chaetodon striatus</i>		<i>Abudefduf saxatilis</i>
<i>Chaetodon ocellatus</i>		Otros
Familia	<i>Haemulidae</i>	Nombre científico
Nombre común	Roncos	<i>Sphoeroides spengleri</i>
Nombre científico		<i>Caranx bartholomaei</i>
<i>Haemulon sciurus</i>		<i>Caranx ruber</i>
<i>Haemulon flavolineatum</i>		<i>Kyphosus</i> spp.
<i>Anisotremus virginicus</i>		<i>Lactophrys bicaudalis</i>
<i>Haemulon parra</i>		<i>Stegastes planifrons</i>
<i>Haemulon chrysargyreum</i>		<i>Microspathodon chrysurus</i>
<i>Haemulon plumierii</i>		<i>Abudefduf saxatilis</i>
<i>Haemulon / Anisotremus</i>		Otros animales
Familia	<i>Scaridae</i>	Nombre científico
Nombre común	Loro	<i>Panulirus argus</i>
Nombre científico		<i>Sepioteuthis lessoniana</i>
<i>Sparisoma atomarium</i>		<i>Diadema antillarum</i>
<i>Sparisoma viride</i>		
<i>Sparisoma rubripinne</i>		
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>		
<i>Scarus iseri</i>		
<i>Scarus / Sparisoma</i>		
Familia	<i>Lutjanidae</i>	
Nombre común	Pargo	
Nombre científico		
<i>Lutjanus griseus</i>		
<i>Lutjanus analis</i>		
Familia	<i>Acanthuridae</i>	
Nombre común	Cirujanos	
Nombre científico		
<i>Acanthurus coeruleus</i>		
<i>Acanthurus chirurgus</i>		
<i>Acanthurus tractus</i>		
Familia	<i>Labridae</i>	
Nombre común	Viejas	
Nombre científico		
<i>Halichoeres radiatus</i>		
<i>Halichoeres bivittatus</i>		
<i>Halichoeres garnoti</i>		
<i>Thalassoma bifasciatum</i>		
Familia	<i>Monacanthidae</i>	
Nombre común	Lijas	
Nombre científico		
<i>Cantherhines macrocerus</i>		

Nivel de abundancia en la zona marina profunda, del transecto 1 al 8 se tuvo poca abundancia y diversidad, el promedio de individuos fue de los transectos fue de 64 organismos, y el pez más observado fue *Halichoeres bivittatus*, tanto en juveniles como adultos.

En el caso de los transectos someros adyacentes a la costa y al muelle en cuestión, del transecto 9 al 12 la abundancia de peces fue mayor, con un promedio de 137 organismos, principalmente alevines y juveniles, así como también algunas escuelas de adultos de *Haemulon parra*, *Haemulon chrysargyreum*, *Sparisoma rubripinne*, *Acanthurus coeruleus* y *Acanthurus chirurgus*.



Las especies que más se observaron en los transectos durante el monitoreo fueron *Halichoeres bivittatus* (a), la cual fue registrada en los 12 transectos, siguiéndole *Acanthurus chirurgus* (b) presente en 11 transectos, *Thalassoma bifasciatum* (c) en 9 transectos, y *Stegastes planifrons* (d) también en 9 transectos.



(a)



(b)



(c)

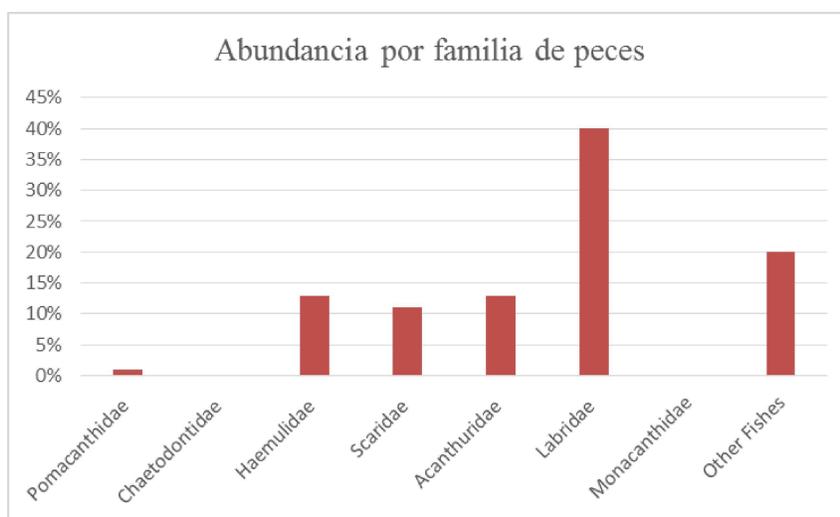


(d)

Del total de individuos registrados en el sitio de estudio la familia *Pomacanthidae* representó el 1%, la *Chaetodontidae* 0.4%, la *Haemulidae* el 13%, la *Scaridae* 11%, la *Acanthuridae* el 13.3%, *Labridae* el 40%, *Monacanthidae* el .1% y otras especies el 20%. Por lo tanto, la familia más abundante fue *Labridae*.

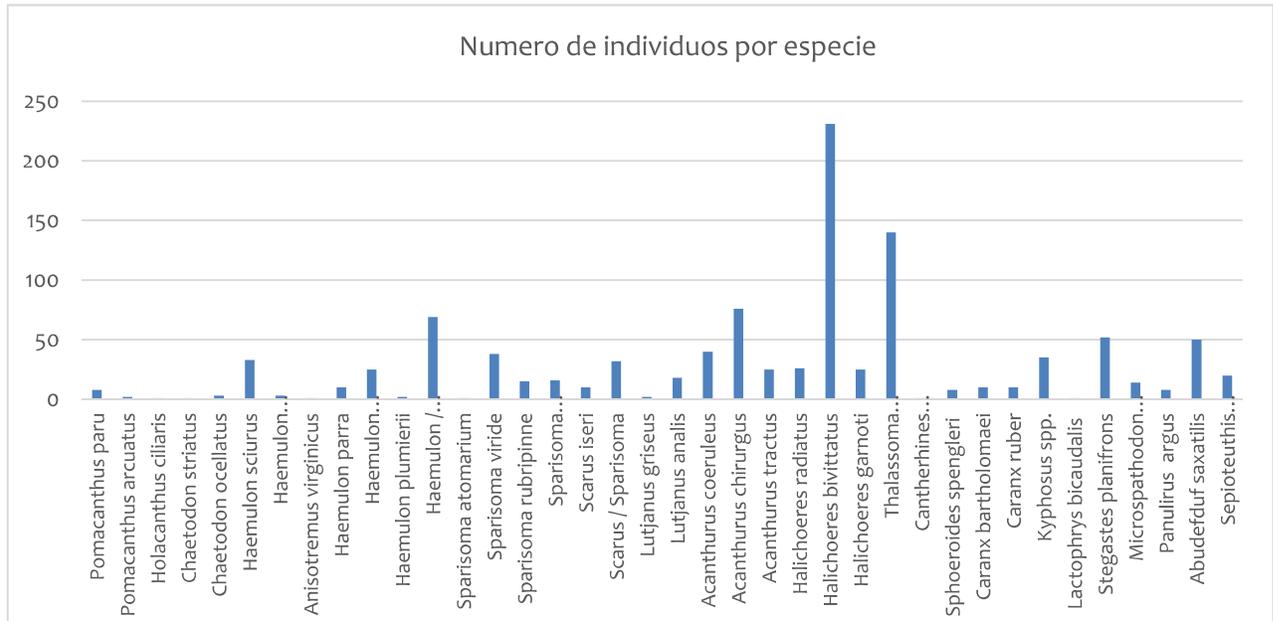
Tabla 4.20 Porcentaje de abundancia de familias observadas en el sitio de

Porcentaje de abundancia por familia	
Especie	Porcentaje total
Pomacanthidae	1%
Chaetodontidae	0%
Haemulidae	13%
Scaridae	11%
Acanthuridae	13%
Labridae	40%
Monacanthidae	0%
Other Fishes	20%



Gráfica 4.13. Porcentaje de abundancia por familia de peces registradas en el área de estudio.

Del total de especies observadas durante el monitoreo de peces las más abundantes fueron *Halichoeres bivittatus* con 231 individuos, *Thalassoma bifasciatum* con 140 y *Acanthurus chirurgus* con 76.



Gráfica 4.14. Número de individuos por especie contabilizados en el sitio de estudio.

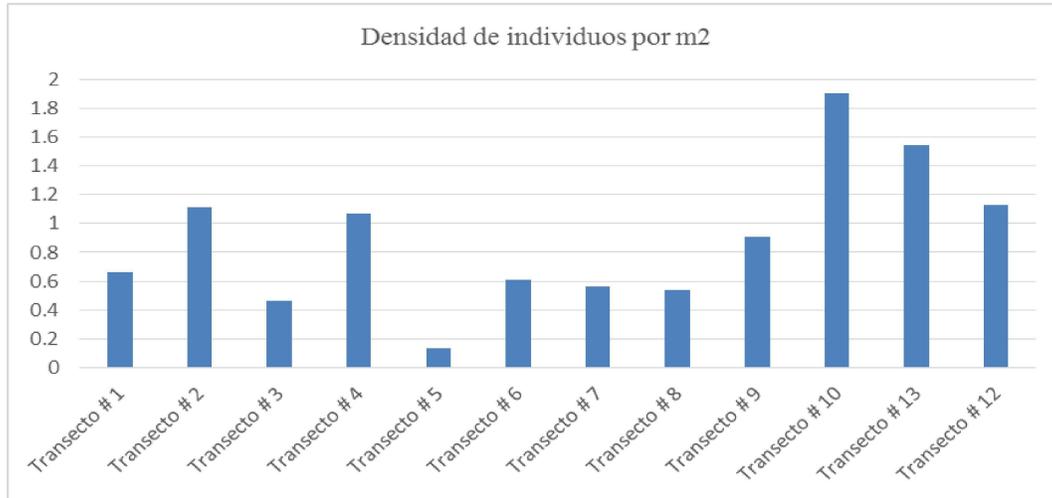
La densidad promedio de la zona marina profunda fue de 0.6 individuos por m² y para la zona somera adyacente a la costa y muelle fue de 1.4 organismos por m².

La densidad promedio de individuos por transecto fue de 0.9 organismos por m², el transecto que presento una mayor densidad de individuos fue el 10 con 1.9 individuos y el de menor densidad fue el transecto 5 con 0.13

Tabla 21. Densidad de individuos por unidad de medida.

individuos.

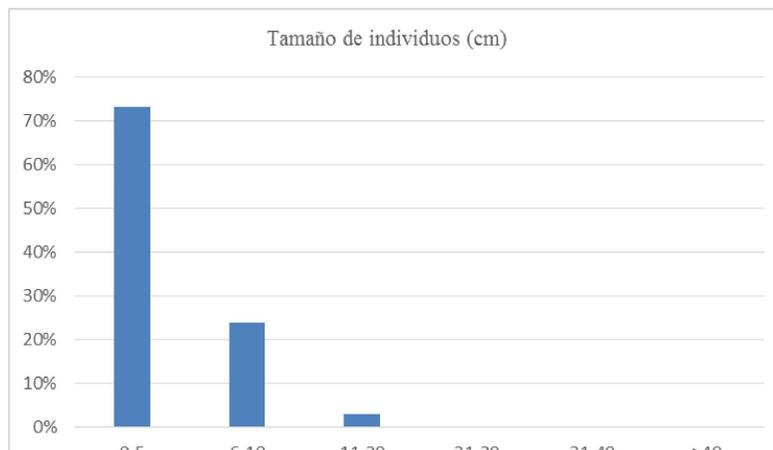
Densidad de individuos por transecto	
No. Transecto	Densidad / m ²
Transecto # 1	0.66
Transecto # 2	1.11
Transecto # 3	0.46
Transecto # 4	1.07
Transecto # 5	0.13
Transecto # 6	0.61
Transecto # 7	0.56
Transecto # 8	0.54
Transecto # 9	0.91
Transecto # 10	1.9
Transecto # 13	1.54
Transecto # 12	1.13



Gráfica 4.15. Densidad del número de individuos por m² de cada transecto.

De los hábitos alimenticios, en total se identificaron 9 familias herbívoras y 7 carnívoras, de las cuales algunas tienen importancia comercial como peces de ornato para acuario y otras como objeto de pesca para consumo humano.

De las familias identificadas se observó que el número de organismos fue mayor en las tallas más pequeñas y disminuyeron de manera paulatina hacia los organismos más grandes. Del total de las especies de peces contabilizadas el 70% presentaron una talla alrededor de los 5cm de largo, el 24% de 6 a 10 cm y el 3% de 11 a 20 cm. La mayoría de los peces observados fueron especies pequeñas como la *Halichoeres bivittatus*, juveniles y alevines de otras especies. Las especies de mayor talla registradas fueron *Kyphosus spp.*, *Sparisoma rubripinne*, *Caranx ruber* y *Ocyurus chrysurus*.



Gráfica 4.16. Porcentaje de la distribución de las tallas de los organismos por intervalos observados en el área de estudio.

4.6.4.2 Composición del Bentos (flora y fauna bentónica) y especies asociadas.

Se realizaron 8 transectos en total, 4 transectos en la zona somera adyacente a la costa y 4 en la zona marina profunda. En la zona adyacente a la costa se registró una profundidad media de 1.6 m y en la zona marina se registró una profundidad media de 3.6 m. La temperatura del agua registrada fue de 28°C a 29°C en ambos casos. En ambas zonas, se registró sustrato de laja y arena. En algunas secciones la laja se encontraba cubierta de un tapete de algas filamentosas (algas TURF) y sedimento. Así mismo, se registró secciones donde la laja se encontraba cubierta con sedimento y secciones de laja donde se encontró la presencia de alga coralina crustosa (*Porolithon spp*), la cual es una especie clave para el asentamiento de larvas de coral pétreo.

Dentro del área de prospección se registró un total de 35 especies, compuestas por bacterias, macro-algas (verdes, rojas y pardas), pastos marinos, corales pétreos, corales blandos, esponjas y otros invertebrados bentónicos. Así mismo, se registraron especies clave para la salud arrecifal como la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) y diversas especies de erizos de mar incluyendo *Diadema antillarum* (Tabla 6).

Tabla 4.22. Organismos fotosintéticos encontrados en la prospección del área adyacente al muelle.

Vegetación (algas y pastos marinos) y Bacterias		
División: Phylum- Cyanophyta / Micro y Macro colonias de bacterias		
Cyanobacteria spp		
Algas TURF- Comunidades de Macro-algas juveniles filamentosas acompañadas de diatomeas.		
Algas filamentosas "TURF"		
Tapete de algas filamentosas "TAM"		
División: Phylum- Rhodophytas /Algas rojas		
Familia	Genero	Especie
Corallinales	<i>Porolithon</i>	<i>Porolithon spp. (Alga coralina crustosa)</i>
Peyssonneliaceae	Peyssonneliales	<i>Peyssonnelia spp</i>
Bonnemaisoniaceae	Asparagopsis	<i>Asparagopsis taxiformis</i>
Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura spp</i>
División: Phylum- Chlorophytas/ Algas verdes		
Familia	Genero	Especie
Polyphysaceae	Acetabularia	<i>Acetabularia crenulata</i>
Valoniaceae	Valonia	<i>Valonia ventricosa</i>
Udoteaceae	<i>Rhypocephalus</i>	<i>Rhypocephalus phoenix</i>
Halimedaceae	Halimeda	<i>Halimeda spp</i>
Udoteaceae	Udotea	<i>Udotea flabellum</i>
Udoteaceae	Penicillus	<i>Penicillus spp</i>

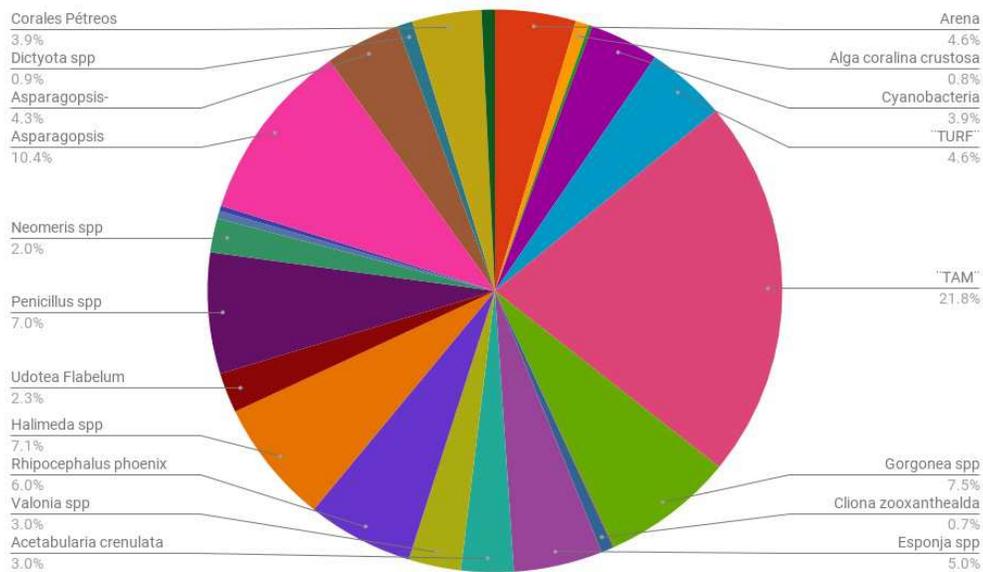
Vegetación (algas y pastos marinos) y Bacterias		
Dasycladaceae	Neomeris	<i>Neomeris spp</i>
Udoteaceae	Chlorodesmis	<i>Chlorodesmis fastigiata</i>
Caulerpáceae	Caulerpa	<i>Caulerpa prolifera</i>
Caulerpáceae	Caulerpa	<i>Caulerpa racemosa</i>
Cladophoraceae	Chaetomorpha	<i>Chaetomorpha spp</i>
División Phylum: Ochrophyta /Algas pardas		
Familia	Genero	Especie
Dictyotaceae	Padina	<i>Padina spp</i>
Dictyotaceae	<i>Dictyota</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>
Sargassaceae	Sargassum	<i>Sargassum spp</i>
Division Phylum: Tracheophyta/ Pasto Marino		
Familia	Genero	Especie
Hydrocharitaceae	<i>Thalassia</i>	<i>Thalassia testudinum</i>

Tabla 23. Organismos bentónicos.

División: Phylum- Cnidaria. Orden-Scleractinia /Corales pétreos y Anthomedusae/ Coral de fuego		
Familia	Genero	Especie
Siderastreidae	Siderastrea	<i>Siderastrea siderea</i>
Poritidae	Porites	<i>Porites porites</i>
Poritidae	Porites	<i>Porites astreoides</i>
Agariciidae	Undaria	<i>Undaria agaricites</i>
Mussidae	Pseudodiploria	<i>Pseudodiploria strigosa</i>
Milleporidae	Millepora	<i>Millepora spp</i> (coral de fuego)
Otros organismos		
Phylum: Cnidaria	Subclase: Octocorallia	<i>Gorgoneacea spp</i>
Phylum: Cnidaria	Subclase: Hexacorallia	<i>Palythoa caribaeorum</i>
Phylum: Porifera	Familia: Clionaidae	<i>Cliona zooxanthoalida</i>
Phylum: Porifera	Varias	<i>Esponja spp</i>
Phylum: Echinodermata	Diadema	<i>Diadema antillarum</i>
Phylum: Echinodermata	Echinometra	<i>Echinometra lucunter</i>
Phylum: Echinodermata	Eucidaris	<i>Eucidaris tribuloides</i>
Phylum: Arthropoda	Panulirus	<i>Panulirus argus</i>

En la zona marítima profunda se registró que el área se encontraba dominada por tapetes de algas filamentosas con sedimento "TAM" comprendiendo el 21% de los puntos registrados, mientras que la segunda categoría de mayor abundancia fue el alga roja *Aspargopsis dtaxiformi* (10.4%) la cual se encontró en todos los transectos con una altura media de 12.5cm. Mientras

que los corales blandos o gorgonaceos fueron la tercer categoría de mayor abundancia con un incidencia total del 7.5%. Aunque en menor cantidad (3.9%), se registró la existencia de corales pétreos como: *Siderastrea siderea*, *Porites porites*, *Porites astreoides*, *Undaria agaricites* y *Pseudodiploria strigosa*, sin embargo, ninguno de los individuos observados sobrepasaba los 30cm de longitud.

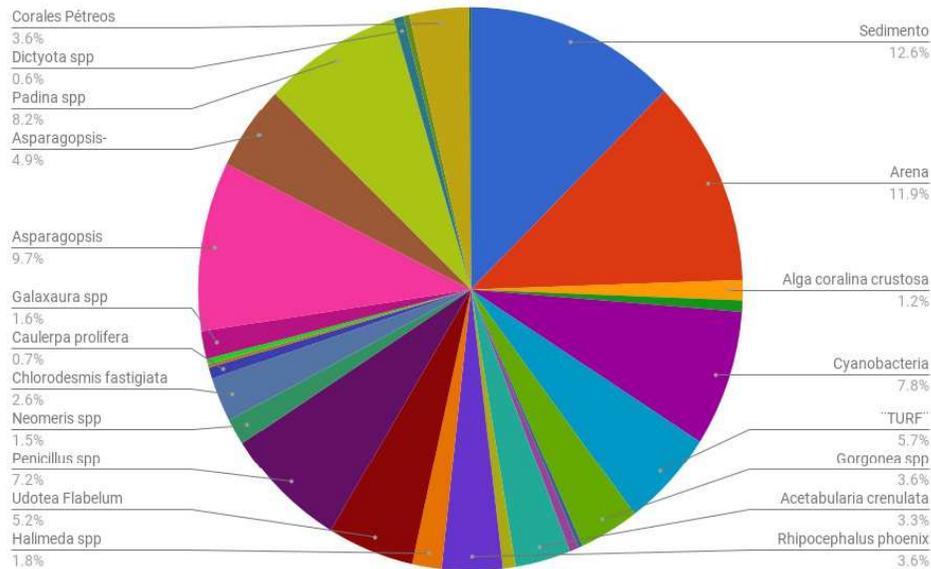


Gráfica 4.17. Porcentajes de abundancia de especies según lo registrado en el monitoreo de hábitat de zona marítima profunda con un total de cuatro transectos de 50m.

En la zona adyacente a la costa se registró que gran parte del área consistía únicamente de sustrato (arena) 11.9% y laja cubierta de sedimento 12.6%. La tercera categoría de mayor abundancia fue el alga roja *Asparagopsis taxiformis* (9,7%) la cual se encontró en todos los transectos con una altura media de 13.8cm, dicha alga se encontró cubierta de algas filamentosas y en ocasiones de algas filamentosas con sedimento incrustado "TAS" (4.9%). En las zona adyacente a la costa, se registró una mayor abundancia de macroalgas como: *Padina spp* (8.2), *Penicillus spp* (7.2%), *Udotea spp* (5.2%), *Rhypocephalus phoenix* (3.8%) y *Acetabularia crenulata* (3.3%) y menor abundancia de gorgonaceos (3.6%) a comparación de la zona marítima (7.5%).

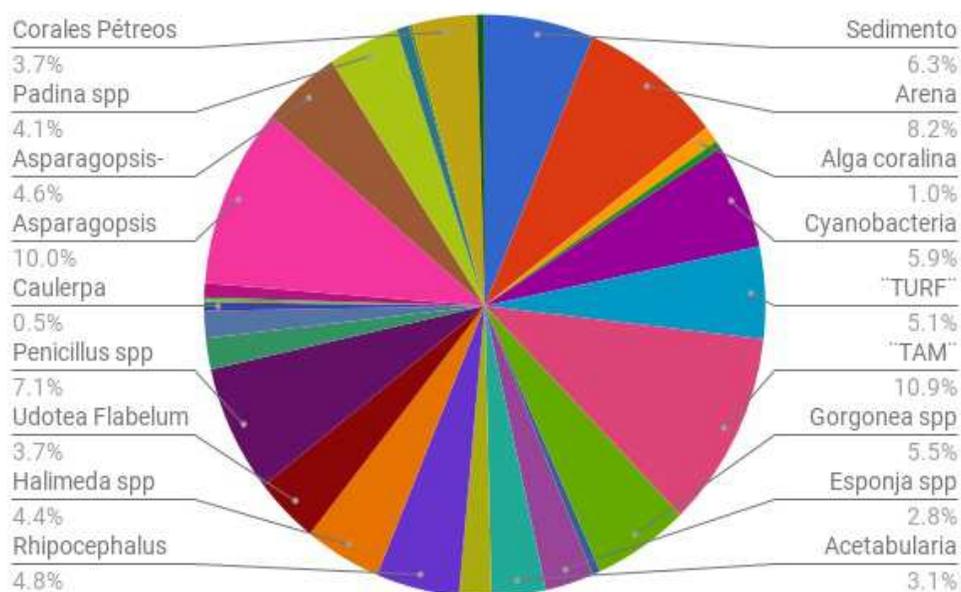
En menor cantidad (3.6%), se registró la existencia de corales pétreos como: *Siderastrea siderea*, *Porites porites*, *Porites astreoides* y *Pseudodiploria strigosa*, sin embargo ninguno de los individuos observados sobrepasaba los 30cm de longitud (Fig. 18). Otras especies clave registradas en la zona adyacente a la costa son: langosta espinosa del caribe (*Panulirus*

argus) y una abundancia considerable con una media de 6.5 individuos por transecto de diversas especies de erizos de mar incluyendo *Diadema antillarum*.



Gráfica 4.18. Porcentajes de abundancia según lo observado durante la prospección del hábitat de la zona somera adyacente a la costa en un total de cuatro transectos de 50m.

Para la totalidad del sitio de estudio, se registró que los tapetes de algas filamentosas "TAM" (10.9%) y las algas filamentosas "TURF" (5.1%) cubrían la mayor área. Así mismo, gran parte del área solo consistía de sustrato arenoso (8.2%). En el caso de las macroalgas, las más abundantes registradas incluyen: *Asparagopsis taxiformis* (10.0%) y *Penicillus spp*, (7.1%). Así mismo, se registró una cobertura relativamente alta de cianobacterias (5.9%) y gorgonáceos (5.5%) en el área total, mientras que la abundancia de corales pétreos se mantuvo relativamente baja con el 3.7%



Gráfica 4.19. Porcentajes de observación durante la prospección del hábitat en la zona de estudio.

4.6.5 Análisis de resultados

4.6.5.1 Peces

La diversidad de peces registrada para el sitio de estudio fue de 34 especies, por lo que se cataloga como diversidad moderada, considerando que se tienen registradas al menos 245 especies en el SAM, aunque específicamente para la zona de Solidaridad los valores más altos que se registran son 134 especies correspondientes a 41 familias, principalmente de *Labridae*, *Pomacentridae*, *Scaridae*, *Acanthuridae* y *Haemulidae*. Dentro de las especies registradas como dominantes en los diferentes trabajos destacan: *Thalassoma bifasciatum*, *Acanthurus bahianus*, *A. coeruleus*, *Chromis cyanea*, *Halichoeres bivittatus*, *Haemulon plumieri*, *Scarus aurofrenatum*, *Lutjanus mahogoni* y *Caranx ruber* (Salazar-Murguía et al., 1998; Arias-González et al., 2000; Kramer et al., Almada-Villela et al., 2002 2000; González-Salas et al., 2003; Nuñez-Lara et al., 2003; Mumby et al., 2004). En relación con la abundancia se podría decir que es baja, siendo este un escenario característico del estado general para el SAM. (McField, M.2007).

Las especies dominantes en el sitio de estudio fueron; *Acanthurus chirurgus*, *Scaridae juveniles*, *Thalassoma bifasciatum* y *Stegastes planifrons*, pero la que presentó mayor abundancia y se registró en cada transecto fue *Halichoeres bivittatus*.

Así mismo también se pudo observar un nivel medio de diversidad y abundancia de reclutas y juveniles como la familia *Scarida*, debido a que en el área se encuentra una estructura de laja y algas que sirven de refugio durante su crecimiento.

La mayor diversidad y abundancia reportada en el área de estudio fue en la sección somera adyacente a la zona costera y muelle en cuestión, donde la densidad promedio de la zona marina profunda fue de 0.6 individuos, y para la zona somera adyacente a la costa y muelle fue de 1.4 organismos por m². La mayoría de las especies reportadas fueron herbívoras, las cuales son especies clave para mantener la salud de la estructura arrecifal, ya que ayudan a controlar las poblaciones de algas. En el caso de las especies carnívoras y de importancia comercial se registraron muy pocas y su abundancia fue baja, esto se podría atribuir a la sobre explotación pesquera para consumo humano. La ausencia de carnívoros son indicadores de un ecosistema arrecifal degradado.

Durante la caracterización no se registró en ningún caso especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

4.6.5.2 Bentos y Corales

La temperatura del agua en general se registró entre los 28°C a 29°C, lo cual se encuentra entre los parámetros esperados para los meses de verano (Junio-Septiembre) y considerando la poca profundidad de la zona. El cambio abrupto de un grado en diversos puntos de la zona de estudio, se debe mayormente a los ojos de agua que se encuentran a menos de 10m del muelle existente, los cuales alimentan la zona con agua dulce y de menor temperatura.

El área de estudio presenta una cobertura extensa de macro-algas. Precisar la causa directa de una cobertura de macroalgas tan extensa es difícil debido a variaciones en factores naturales (ej., surgimiento de nutrientes según la temporada) y el impacto antropogénico como: sedimentos, aguas residuales provenientes de tierra adentro (Kramer et al. 2015), la presencia de mallas geotextiles o "ballenas (minimizando el flujo de agua, cambios de corriente, s etc). Sin embargo, la presencia de algas filamentosas TURF, tapetes de algas filamentosas "TAM" y la presencia de cyanobacterias, indica un incremento sustancial de nutrientes (Nitrato, Nitrito, Fosfatos, Nitrógeno) en el agua (Fabricius, 2005), lo cual se traduce en una mala calidad de agua que en ocasiones puede resultar nocivo para la salud de los bañistas pues puede causar infecciones óticas.

El alto grado de sedimentación observado, puede ser derivado por el cambio de corrientes causado por las mallas geotextiles, así como el dragado de arena constante en la zona.

La presencia de corales pétreos de menos de 30cm con una cobertura de 3.9% en la zona marítima y 3.6% en la zona adyacente a la costa, así como la

presencia de alga coralina crustosa (*Porolithon spp*), indica que a pesar de que la zona no es un arrecife de coral propiamente formado; es un área con estructura coralina y zona potencial para asentamiento de larvas de coral pétreo. Entre las especies de coral pétreo con mayor abundancia en la zona de estudio se encuentran: *Siderastrea siderea*, *Porites porites*, *Porites astreoides*, los cuales son en general resilientes. A pesar de no ser un coral pétreo, el coral de fuego también es una estructura arrecifal, sin embargo, se sugiere tomar precauciones por la cantidad de bañistas en el área.

La presencia de erizos en la zona, aunque puede ser peligrosa para los bañistas es clave para un arrecife saludable. Es importante resaltar importancia de la presencia *Diadema antillarum*, el cual es un herbívoro clave y bio-erosionador, pues ayuda a mantener niveles bajos de algas TURF y otras macroalgas que compiten con los corales pétreos por espacio. Su relativa abundancia en la zona es positiva para el control de macro-algas y como posible herramienta biológica para propiciar un incremento en el asentamiento de reclutas de corales pétreos.

Durante la caracterización no se registró en ningún caso especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

4.6.6 Conclusiones

4.6.6.1 Peces

En general la abundancia de peces fue baja y la diversidad media, sin embargo la presencia de organismos juveniles y reclutas de especies clave como la familia *Scaridae* y otros herbívoros, que mantienen la salud de los ecosistemas arrecifales, hace relevante minimizar en lo posible el impacto que pudiera ocasionar en las poblaciones de peces la restauración del muelle en cuestión, puesto que estos organismos utilizan el área donde se pretende desarrollar el proyecto como sitio de refugio durante su crecimiento.

Los erizos son herbívoros clave y bio-erosionadores, sus largas espinas proporcionan refugio y protección a los pequeños peces e invertebrados. Los erizos de mar, junto con los grandes peces herbívoros, ayudan a mantener niveles bajos de algas TURF y otras macroalgas que compiten con los corales por espacio en el arrecife.

4.6.6.2 Bentos y Corales

Aunque la zona adyacente al andador, no es una zona arrecifal propiamente formada sí es una zona con estructuras arrecifales y corales pétreos juveniles. Así mismo la zona parece tener áreas de laja donde el asentamiento de reclutas coralinos podría ser propicio. Por lo que se sugiere que cualquier modificación a la estructura del muelle existente se realice con el cuidado necesario para minimizar sedimentación. Así mismo, se sugiere restringir los pilotes al mínimo de área posible.

En relación de la abundancia de erizos en la zona, se recomienda que los bañistas hagan uso de calzado adecuado para actividades acuáticas, así como la colocación de carteles que informen a los bañistas de la existencia de los mismos e inciten a tomar las medidas necesarias. En cuanto a la presencia de coral de fuego, se recomienda tomar las medidas de precaución necesarias ya que puede llegar a representar un posible peligro a los bañistas. Como medidas de precaución se recomienda contar con vinagre blanco disponible en la zona de playa, colocar un cartel con el procedimiento de primeros auxilios en caso de irritación por coral de fuego, y proporcionar capacitación continua al personal de primeros auxilios y ecología de la fauna y flora marinas.

Es importante resaltar que la zona está siendo frecuentemente afectada por perturbaciones naturales como tormentas y huracanes, así como el efecto de las actividades del hombre.

Sin embargo, se debe considerar que los arrecifes saludables proveen mayor turismo y servicios ecosistémicos, mayores recursos alimenticios, beneficios a la salud humana y mayor protección costera contra huracanes, tormentas y erosión de playas.

4.7 PAISAJE

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes.

El paisaje, como un complejo de interrelaciones tiene diferentes formas de considerar al paisaje como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural, escaso y valioso. De este modo, las restricciones técnicas y de escalas solo permiten considerar sus valores visuales. Por lo tanto, se buscan percepción (auditiva, visual, olfativa).

De esta manera tenemos que en área del proyecto el paisaje a una zona de uso turístico en donde se observa la infraestructura necesaria para dicha actividad



Fotografía 4.9. Panorámica del sitio propuesta para el Andador Rústico Viceroy, obsérvese que en el sitio se encuentra un andador previo, mismo que será retirado para el Proyecto que se propone.

4.8 INFORMACION SOCIOECONÓMICA

4.8.1 Demografía

Según datos del INEGI, la población económicamente activa en el municipio es superior al 45.40% del total de los habitantes, ascendiendo a un total de 28,946 personas. La población ocupada fue de 28,604 personas y representó el 98 % de la económicamente activo total. Comparado con la media encontramos condiciones muy favorables en el municipio.

Sector	Actividad	Absolutos	%
Primario	Agricultura, Ganadería, Silvicultura, y Pesca		
	Sub-Total:	1,561	5
Secundario	Minería		
	Manufacturas		
	Electricidad, Gas y Agua		
	Construcción		
	Sub-Total:	5,441	19
Terciario	Comercio, Restaurantes y Hoteles		
	Transportes y Comunicaciones		
	Servicios Fin., Seguros y relacionados		
	Servicios Comunes, Sociales y Personal		
	Sub-Total:	20,931	73
No especificado		671	3
TOTAL :		28,604	100

Imagen 4.34. Empleo de la Población Económicamente Activa en el Municipio de Solidaridad.

En cuanto al sector primario, la actividad pesquera se caracteriza por su carácter ribereño, para el año 2006 se contabilizó 147 toneladas para el consumo humano directo. La especie que mayor volumen reporta es la langosta con 66 toneladas con un volumen y valor de producción de \$7'664,000.00 generados.

En escama general la producción alcanzó un volumen de 59 toneladas con un valor de \$1'349,000.00 pesos. La población dedicada a esta actividad se distribuye en dos segmentos, el primero bajo el esquema de cooperativas con 105 socios registrados en 2006 contra 51 particulares en todo el Municipio.

La información más reciente respecto al sector secundario refleja que en el 2006, se obtuvo una producción de 11'874,655.0 toneladas de materiales pétreos extraídos de los bancos situados en la franja occidental de la carretera federal, que representaban un valor de \$ 712'000,000.00 pesos, situación que refleja la importancia de la industria de la construcción en los últimos años.

En el sector terciario las actividades comerciales de mayor importancia se dividen en dos segmentos, el comercio al por mayor y el comercio al por menor. Las de mayor derrama en cada segmento y en su orden por el valor generado es el rubro de alimentos, bebidas y tabaco. El segundo es el de artículos de papelería, para el esparcimiento y otros artículos de uso personal.

En base a la tabla anterior, es evidente que la ocupación más importante es en el sector terciario, por la gran cantidad de comercios y servicios que se ofrecen a los visitantes y turistas. Las actividades identificadas involucran 74 unidades que se dedican a la industria alimentaria, 5 de bebidas y del tabaco, 15 fabrican prendas de vestir, 11 a la madera y 39 a la fabricación de productos metálicos.

En cuanto a la actividad turística, el crecimiento de la Riviera Maya en los últimos años refleja el orden de 29,229 cuartos de hotel repartidos en 12 localidades. La zona hotelera ubicada en el fraccionamiento Playacar representa el 21.2% de la totalidad de los cuartos, Playa del Carmen el 19.8% y Puerto Aventuras el 17.9%. Además, 240 hoteles distribuidos en diferentes micro-destinos de la Riviera maya a lo largo de 80 kilómetros de litoral.

LOCALIDAD	HOTELES	%	CUARTOS	%
PLAYACAR	23	9.6%	6,183	21.2%
PLAYA DEL CARMEN	161	67.1%	5,785	19.8%
PUERTO AVENTURAS	16	6.7%	5,244	17.9%
PLAYA PARAISO	7	2.9%	3,415	11.7%
PUNTA BETE XCALACOCO	12	5.0%	2,578	8.8%
KANTENAH	6	2.5%	1,876	6.4%
PUNTA MAROMA	4	1.7%	1,524	5.2%
XPU-HA	6	2.5%	784	2.7%
XCARET	1	0.4%	769	2.6%
PUNTA BRAVA	1	0.4%	639	2.2%
PLAYA DEL SECRETO	2	0.8%	412	1.4%
PAAMUL	1	0.4%	20	0.1%
TOTAL	240	100.0%	29,229	100.0%

Imagen 4.35. Densidad de Hoteles y número de Habitaciones por comunidad en el Municipio.

La derrama económica esperada en el 2008 es de 1,700 millones de dólares generados por el turismo. Se estima que se construyan alrededor de 3,000 nuevas habitaciones por año en la Riviera Maya, lo cual genera un gran beneficio económico. Según la Organización Mundial de Turismo, por cada cuarto de hotel que se construye en esta zona, se generan 1.5 empleos directos y 2.5 indirectos.

De un total de 532,164 turistas extranjeros en la Riviera Maya se sabe que 42.75% provienen de los Estados Unidos, Canadá representa el 30.19%, Europa el 24.11%, Sudamérica el 2.39% y el resto del mundo el 0.56%.

4.8.2 Infraestructura social

El municipio de Solidaridad está en crecimiento constante y sostenido, por lo tanto, se requiere de una infraestructura social que pueda cubrir las necesidades de la población.

4.8.3 Salud

Tabla 4.24. Listado de las Clínicas ubicadas en el Municipio de Solidaridad.

Clínicas Particulares	Clínicas de Asistencia Social	Clínicas Municipales
Clínica del Carmen	I.M.S.S	Centro de Salud Colosio
Unidad Médica del Carmen UMI	Unidad Médica Integral (SESA)	Unidad Integral de la Mujer
Emergencias Médicas del Caribe	I.S.S.S.T.E	Unidad de Salud Guadalupana
Clínica Santa Fe	Cruz Roja	Centro de Medicina Alternativa
Hospital Playa Med		Unidad de Salud de Puerto Aventuras
Medica Maya		

4.8.4 Instituciones educativas

Tabla 4.25. Listado de la Infraestructura Educativa en el Municipio de Solidaridad.

	PREESCOLAR	PRIMARIA	SECUNDARIA	MEDIA SUPERIOR	SUPERIOR	ESPECIALES
Publicas	25	39	5 y 1 Telesecundaria	3	1	CAM
Privadas	7	9	5	2	1	ICAT

4.8.5 Vivienda

El Municipio de Solidaridad registró en el 2000 un total de 16,923 viviendas de estas 355 corresponden a Ciudad Chemuyil, un promedio de ocupantes por vivienda del 4.1%. De estas viviendas el 58.1% contaban con energía eléctrica, 50% con agua entubada y un 68.9% con servicio de drenaje, la

mayoría de las viviendas del área urbana son unifamiliares con paredes de piedra y techo de losa o de cartón; en las áreas rurales las viviendas son de paredes de materiales perecederos como madera o bajareque con techo de palma o pasto. El ayuntamiento administra los servicios de parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos y fuentes, entre otros.

4.8.6 Puertos y aeródromo

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozumel y para el servicio de tender a los cruceros turísticos internacionales que llegan frecuentemente. En Punta Venado, a 1.2 kilómetros de Playa del Carmen, se ubica una terminal para transbordadores que realiza la transportación de carga y pasajeros a Cozumel, además del servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada. Esta zona corresponde al Municipio de Cozumel.

En cuanto a la comunicación aérea, se atiende con un aeródromo para aviones de corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozumel.

La marina de Puerto Aventuras ofrece cobijo a barcos de cualquier tamaño y en ella se hospedan los usuarios.

4.8.7 Sistema carretero

La Carretera Federal Núm. 307 es el principal soporte de la red regional de comunicaciones y cumple la función de conectar el norte y el sur del estado. Su función original es la de conducir flujos vehiculares en viajes interurbanos, es decir entre localidades, por lo que su operación tiene características de vía regional (flujo continuo, alta velocidad, amplitud en diseño geométrico, alta resistencia en superficie de rodamiento, etc.).

5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 METODOLOGÍA PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Este capítulo identifica y evalúa los impactos ambientales y sociales que se presentarán durante las diferentes etapas del presente proyecto. Para tal efecto, se interrelacionan las acciones y/o actividades del proyecto con los componentes del ambiente, con un criterio de causa-efecto, evaluando el carácter adverso o favorable del impacto.

La aplicación metodológica sugiere, por una parte, los sistemas ecológicos naturales y por otra parte, las acciones del proyecto en sí, de tal manera que se puedan evaluar las interacciones que se producen entre ambos, a fin de tener una idea real del comportamiento de todo el sistema.

Las acciones derivadas del proyecto para aplicación de la siguiente metodología responden a los criterios siguientes: son significativos, son independientes y son medibles.

Para la identificación de las acciones se inició con una revisión bibliográfica de documentos existentes para el área donde incide el proyecto, tales como artículos publicados, tesis de maestría y licenciatura, fotos satelitales, situación legal, entre otros. Una vez identificado y ubicado el sitio, se realizaron visitas al lugar para obtener información acerca de la flora, fauna, paisaje y calidad ambiental del sitio, para después complementar con información proporcionada por el promovente.

La importancia de la correcta evaluación y medida de los impactos radica en que, a base a los resultados obtenidos se determina si un proyecto cumple o no con la legislación y normas ambientales vigentes. En este proyecto se emplea una metodología sencilla pero que abarca los principales aspectos ambientales de evaluación.

Como se ha descrito en el capítulo 2 del presente documento, el proyecto consiste en la construcción de un andador rústico tipo muelle cuya ubicación será en el frente marino colindante al hotel Viceroy Riviera Maya.

5.1.1 Indicadores de impacto

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo.

Los impactos se consideran significativos cuando superan los estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.

Se realizó un listado de las actividades que se realizarán durante el desarrollo del proyecto **"ANDADOR RÚSTICO TIPO MUELLE EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO"**. Para una mejor evaluación, se optó por dividir las actividades de todo el proyecto en 3 etapas que se presentan a continuación (Tabla 5.1):

Tabla 5.1 Lista de actividades generales del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
Preparación del sitio	Verificación biótica Trazo topográfico Desmantelamiento del actual muelle Limpieza del sitio
Construcción	Verificación de ausencia de escombros Posicionamiento de pilotes
Operación y Mantenimiento	Monitoreo de infraestructura Mantenimientos periódicos

En base al listado de actividades anteriores se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

En base en lo antes mencionado se propone el siguiente listado de Indicadores Ambientales:

Tabla 5.2 Componentes del medio seleccionados como indicadores de impacto.

COMPONENTE	INDICADOR
Abióticos (Físicos y Químicos)	Condiciones de flujo Calidad de agua superficial Calidad del suelo Ocupación temporal de la playa Calidad del aire Generación de ruido
Bióticos (Flora y Fauna)	Vegetación acuática Fauna acuática Hábitat marino
Abióticos	Microclima Estructura del paisaje Calidad sanitaria del ambiente
Socioeconómicos	Empleo y mano de obra Economía local Calidad de vida Patrones de vida

5.1.2 Lista descriptiva de los indicadores de impacto

La lista que a continuación se muestra es la correspondiente a los indicadores de impacto seleccionados junto con una breve descripción del mismo que van ligados a las actividades que se ligan al proyecto propuesto.

Condiciones de flujo: este indicador refleja los impactos realizados y las afectaciones presentes en el flujo de corrientes con respecto a los trabajos a realizar.

Calidad de agua superficial: se refiere a las afectaciones que pueda recibir el agua superficial debido a los contaminantes, partículas disueltas, extracción del sustrato, derrames accidentales de aceites o combustibles, o cualquier sustancia que afecte el medio acuático natural.

Calidad del suelo: Evalúa los daños producidos por el lixiviado de residuos en general. Se entiende también como las modificaciones que sufre el suelo

debido a los cambios en el relieve como pueden ser cortes o rellenos de material.

Ocupación temporal de la playa: Son los impactos provocados por la ocupación de la playa debido a maquinaria estacionaria y/o zonas de maniobras de las mismas.

Calidad del aire: Este indicador es de fácil medición y control. Se refiere a las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria utilizada en las fases del proyecto. También se refiere a la dispersión de partículas suspendidas (polvos) producto del rodamiento de vehículos y maquinaria en el sitio y por el transporte de material pétreo.

Generación de ruido: Corresponde al generado por los vehículos y maquinaria utilizada en las fases del proyecto.

Vegetación acuática: Para medir este indicador se utiliza el grado de afectación o daño producido a la capa vegetal en cuanto a la pérdida de superficie (en porcentaje cobertura y perdida) y al tipo de vegetación acuática afectada.

Fauna acuática: Hace énfasis en los impactos directos que tendrá la fauna acuática presente por las actividades del proyecto, como el desplazamiento hacia otras zonas, colonización y adaptación de las especies a las nuevas condiciones del sitio y muerte accidental de algunos animales por trabajos de construcción.

Hábitat acuático: Indica la eliminación, reducción o deterioro de sitios de resguardo de las especies acuáticas localizadas en el sitio.

Microclima: Un microclima es un clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra. El microclima es un conjunto de afecciones atmosféricas que caracterizan un contorno o ámbito reducido. Este indicador hace referencia a las modificaciones locales de los distintos microclimas del sitio. Puede decirse que es el clima a pequeña escala que afecta directamente a una comunidad.

Estructura del paisaje: El paisaje es un componente complejo dentro del ámbito ambiental, es concebido como una unidad espacial y temporalmente pluriescalar caracterizada por unos patrones de distribución, funciones y una red de flujos de materia, energía e información.

Calidad Sanitaria del Ambiente: Indica las condiciones ambientales del sitio y de las zonas aledañas por efecto de las actividades inherentes del proyecto. Se evalúan las condiciones de los servicios ambientales en la zona tales como: presencia de residuos sólidos, generación de olores, gases, proliferación de fauna nociva y presencia de residuos peligrosos. La calidad

del ambiente debe permitir a los habitantes futuros llevar una vida sana, manteniendo en buenas condiciones al componente medioambiental.

Empleo y mano de obra: Se refiere a las oportunidades de empleo que generara el proyecto. Se consideran únicamente los empleos directos temporales y permanentes que pudieran ocurrir y no se consideran los empleos indirectos.

Economía local: este indicador hace referencia a los impactos positivos o negativos que tendrá la comunidad en la economía del área y su influencia tanto de manera positiva como de manera negativa al crear variantes y restricciones en las actividades comerciales del área.

Calidad de vida: Se refiere a las condiciones socioeconómicas de los habitantes actuales y futuros de la región, que serán afectados por el proyecto. La calidad de vida se refiere a los servicios básicos tales como electricidad, agua potable, drenaje o alcantarillado, servicios de salud, servicios de sanidad (recolección de basura, tratamiento de agua residual, etc.).

Patrones de vida: Indica las modificaciones en los patrones de vida de los habitantes del sitio y de las zonas aledañas.

5.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) **se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle - Columbus**, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (*Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000*).

La metodología de valoración de impactos adoptada, es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (adecuación, conceptual y adecuación de la información de manera total y adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información (*Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997*).

La valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluye la transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el

presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos, nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procederá a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc.

Se emplean los siguientes criterios para la evaluación de los impactos:

Carácter del impacto (CI): se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

Intensidad del impacto (I): representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

Extensión del impacto (EX): se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

Sinergia (SI): este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.

Persistencia (PE): refleja el tiempo en supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

Efecto (EF): se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa - efecto.

Momento del impacto (MO): alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

Acumulación (AC): este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

Recuperabilidad (MC): se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

Reversibilidad (RV): hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.

Periodicidad (PR): se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

Con el establecimiento de los criterios con los que se evaluarán los impactos, se procede con los valores que podría adquirir cada criterio con respecto al impacto evaluado, esto con el fin de que el impacto adquiriera un valor del impacto en unidades cuantitativas y mesurables que nos permitan hacer la correcta evaluación y análisis de los alcances de cada impacto.

Tabla 5.3 Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(CI)	Carácter del impacto.			
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	(+) (-) (X)	Positivo. Negativo. Previsto.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	Intensidad del impacto.			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	(1) (2) (4) (8) (12)	Baja. Media. Alta. Muy alta. Total	Afectación mínima. Destrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del	(1) (2) (4)	Puntual. Parcial. Extenso.	Efecto muy localizado. Incidencia apreciable en el medio. Afecta una gran parte del medio.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno
		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	(1)	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	(1)	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa - efecto.	(D)	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(I)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
(MO)	Momento del impacto.			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	(1)	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.
		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 año.
	(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.	
(AC)	Acumulación.			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	(1)	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
(4)		Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.	
(MC)	Recuperabilidad.			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se	(1)	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
(4)		Mitigable.		

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
	refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.	(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	(1) (2) (4)	Corto plazo. Mediano plazo. Irreversible.	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año. Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 10 años. Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	(1) (2) (4)	Irregular. Periódica. Continua.	El efecto se manifiesta de forma impredecible. El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente. El efecto se manifiesta constante en el tiempo.

	Denominación o significado del criterio	Valor	Clasificación	Impacto
Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	Importancia del efecto.			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	IM = ±[3 (I) + 2 (EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]		
(CLI)	Clasificación del impacto.			
	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado importancia del efecto (IM) .	(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	MODERADO	Si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	Si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

5.2 DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS IDENTIFICADOS

Los impactos ambientales sobre los componentes del medio ambiente son el resultado de las acumulaciones de impactos de diversa magnitud y alcance. Además, el medio donde se llevarán a cabo dichas actividades podría variar de un proyecto a otro. Entonces cada medio receptor tendrá una mayor o menor capacidad para responder ante los efectos producidos por las actividades derivadas de un proyecto. Entonces podríamos decir que los impactos varían en cuanto a intensidad e importancia debido a los siguientes factores:

- Las características propias del proyecto tales como magnitud, duración de las actividades, métodos empleados, entre otras, y
- Las características propias del medio donde se llevará a cabo el proyecto tales como áreas protegidas o de importancia, zonas urbanas, tipo de vegetación presente, estructura del paisaje, hábitat, etc.

Partiendo de lo anterior es importante identificar los impactos mientras se examina detalladamente la compleja interacción entre las acciones del proyecto y los componentes del medio.

Analizando cada factor ambiental se enumeran a continuación los impactos que pudieran incidir en dichos factores. Cada factor tiene relacionado una o varias actividades de obra que causan algún efecto sobre él, estos efectos son enumerados, y posteriormente son analizados en una matriz donde se le asigna un valor dependiendo del criterio sobre el cual es calificado.

Se enlistan a continuación los impactos identificados sobre cada componente.

Tabla 5.4 Impactos identificados.

	FACTORES MEDIO AMBIENTALES	IMPACTOS IDENTIFICADOS	ETAPA	Nº IMPACTO
FACTORES FÍSICOS Y QUÍMICOS	Condiciones de flujo	La instalación de una nueva estructura afectará las condiciones de flujo natural (corrientes) y por ende la movilidad de sedimentos	PS - C - O	1
	Calidad de agua superficial	En las diferentes etapas de construcción se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	C	2
		Es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	PS - C - O	3
	Calidad del suelo	Se consideran las afectaciones de los residuos sólidos que se generarán por parte de los trabajadores	PS-C	4
		Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	PS - C	5
	Ocupación temporal de la playa	Herramientas pesadas ocuparan zonas en la playa adyacente para sus maniobras, trabajos y resguardos.	PS-C	6
	Calidad del aire	El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua. Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	PS - C- O	7
			C	8
Generación de ruido	La construcción generará emisiones sonoras.	PS- C PS - C	9	
FACTORES BIOLÓGICOS	Vegetación acuática	El sembrado de los pilotes impactara la vegetación acuática.	C-O	10
	Fauna acuática	Las actividades de construcción afectaran directamente a la fauna marina del sitio	C- O	11

	Hábitat marino	El hábitat marino en la zona de sembrado de pilotes cambiará de manera mínima durante el tiempo que la estructura permanezca instalada, debido a que el hábitat ya fue modificado por la instalación actual.	C-O	12
	Microclima	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica ligeramente diferente a la existente anteriormente en la zona.	PS - C	13
FACTORES	Estructura de paisaje	Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	C-P	14
	Calidad sanitaria del ambiente	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	PS -C	15
FACTORES	Empleo y mano de obra	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	C-O	16
	Economía local	La infraestructura influirá en la economía local	PS-C-O	17
	Calidad de vida	Ganancias económicas por el empleo temporales	PS-C-O	18
	Patrones de vida	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	PS-C-O	19

PS: Preparación del Sitio. C: Construcción. O: Operación del Proyecto.

5.3 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Habiéndose identificado los principales impactos socio-ambientales que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores proporcionados en la tabla 5-3 para la calificación de los impactos, se les proporcionará un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un número mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como **COMPATIBLE (CO)**, si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como **MODERADO (M)**, cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es **SEVERO (S)**, y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de **CRITICO (C)**.

Basándonos en el modelo Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 2000, que deriva del libro Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, se realizaron 3 matrices, una matriz para cada etapa del proyecto considerando que las valoraciones numéricas de los impactos son variables de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto propuesto.

5.3.1 Preparación del sitio

En la tabla 5.5 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en ésta.

Tabla 5.5 Valoración numérica, Etapa de Preparación del sitio.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La instalación de una nueva estructura afectará las condiciones de flujo natural (corrientes) y por ende la movilidad de sedimentos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
2	En las diferentes etapas se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
3	Es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
4	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
5	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
6	Maquinaria pesada ocupara zonas en la playa adyacente para sus maniobras y trabajos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
7	El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
8	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
9	La construcción generará emisiones sonoras	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
10	El sembrado de los pilotes impactara la vegetación acuática.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
11	Las actividades de construcción afectarán directamente a la fauna marina del sitio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo

12	El hábitat marino en la zonas de sembrado de pilotes cambiará durante el tiempo que la estructura permanezca instalada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
14	Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
15	Se generaran residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	1	1	2	1	4	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	Compatible
17	La infraestructura influirá en la economía local	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	4	1	1	2	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	2	1	1	2	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo

Crítico >75

Compatibles =<25

Moderados >25 <50

Severo >50 <75



Gráfica 5.1 Valoración de los impactos durante la etapa de Preparación del Sitio.

De acuerdo a la evaluación, durante la etapa de **Preparación del sitio** se identificaron 19 impactos para el proyecto.

Dadas las actividades a realizar en esta etapa (verificación biótica, limpieza y topografía), de manera general, se puede observar que la mayoría de los impactos se califican como nulos y algunas valoraciones de los impactos se mantienen dentro del rango de Impactos Compatibles. Se presentan **7 impactos negativos** los cuales como se menciona anteriormente, presentan calificaciones compatibles y se refieren a la calidad del agua, aire, suelo, generación de ruido y calidad sanitaria del ambiente.

En cuanto a **impactos positivos se presentan 3**, todos ellos compatibles y concernientes al empleo y mano de obra, infraestructura y servicios, así como calidad y patrones de vida, dado que se necesitará contratar personal y servicios para los trabajos ya mencionados, es importante señalar que la cantidad de trabajadores en esta etapa es relativamente baja dado el tipo de actividades a realizar y se trata de empleos temporales.

5.3.2 Etapa de construcción

En la tabla 5.6 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

Tabla 5.6 Valoración numérica, Etapa de Construcción.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La instalación de una nueva estructura afectará las condiciones de flujo natural (corrientes) y por ende la movilidad de sedimentos	-1	1	1	1	2	1	4	1	1	1	4	-20	Compatible
2	En las diferentes etapas de construcción se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
3	Es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	-17	Compatible
4	Se considerarán las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
5	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	1	1	1	1	1	4	1	2	2	1	-18	Compatible
6	Maquinaria pesada ocupará zonas en la playa adyacente para sus maniobras, trabajos y resguardos.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
7	El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua.	-1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-19	Compatible
8	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
9	La construcción generará emisiones sonoras	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
10	El sembrado de los pilotes impactará la vegetación acuática.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	-17	Compatible

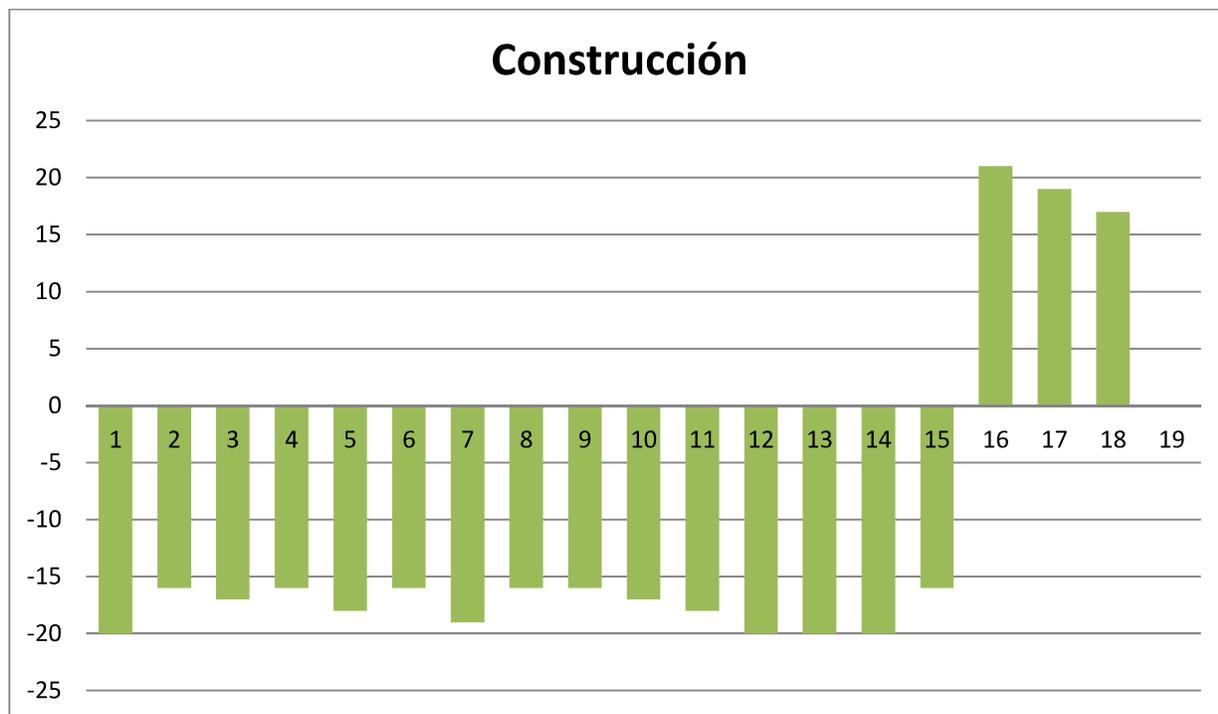
11	Las actividades de construcción afectaran directamente a la fauna marina del sitio	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	2	1	-18	Compatible
12	El hábitat marino en la zona de sembrado de pilotes cambiará durante el tiempo que la estructura permanezca instalada	-1	1	1	1	2	1	4	1	4	1	1	1	4	-20	Compatible
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	1	2	1	4	1	4	1	1	1	4	-20	Compatible
14	Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	-1	1	1	1	2	1	4	1	4	1	1	1	4	-20	Compatible
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores, así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	1	1	2	1	4	1	4	1	1	1	2	21	Compatible
17	La infraestructura influirá en la economía local	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	4	19	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo

 Compatibles =<
Crítico >75

 Moderados >25 <50



Severo >50 <75



Gráfica 5.2 Valoración de los impactos generados durante la Construcción del Proyecto.

En la **Etapa de Construcción** se registran de nueva cuenta los **19 impactos (3 positivos y 15 negativos)** de la fase anterior, aunque la mayoría de ellos aumentan sus valoraciones dada la intensidad de las actividades a realizar y la cantidad de personal involucrado en dichas actividades. Los impactos referentes al microclima, hábitat marino, paisaje y flujo de corrientes obtienen los valores más altos negativos, siendo el valor más alto de -20 calificados como Compatibles.

Los impactos positivos de nueva cuenta son referentes al efecto benéfico que tendrá el proyecto por el empleo de mano de obra en la zona, infraestructura y servicios que se requieran, así como sobre los patrones y calidad de vida de los pobladores de la zona, los cuales aumentan significativamente sus valoraciones dado el aumento en el personal involucrado en esta etapa del proyecto.

5.3.3 Etapa de operación y mantenimiento

En la tabla 5.7 se presenta la valoración numérica de los impactos identificados en esta etapa.

Tabla 5.7 Valoración numérica, Etapa de Operación y Mantenimiento.

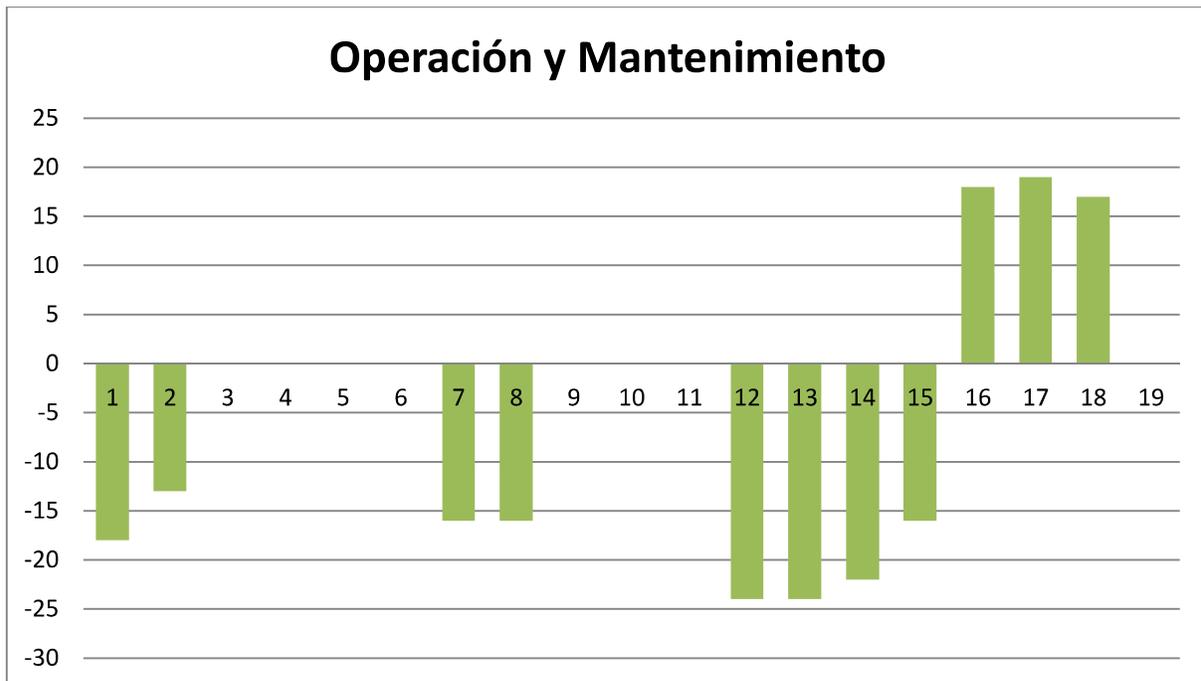
IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La instalación de una nueva estructura afectará las condiciones de flujo natural (corrientes) y por ende la movilidad de sedimentos	-1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	-18	Compatible
2	En las diferentes etapas de construcción se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Compatible
3	Es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
4	Se considerarán las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
5	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
6	Maquinaria pesada ocupará zonas en la playa adyacente para sus maniobras, trabajos y resguardos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
7	El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
8	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
9	La construcción generará emisiones sonoras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
10	El sembrado de los pilotes impactará la vegetación acuática.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo
11	Las actividades de construcción afectarán directamente a la fauna marina del sitio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo

12	El hábitat marino en la zona de sembrado de pilotes cambiará durante el tiempo que la estructura permanece instalada	-1	1	1	1	1	1	4	1	4	1	2	2	4	-24	Compatible
13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	1	1	1	1	4	1	4	1	2	2	2	4	-24	Compatible
14	Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	-1	1	1	1	4	1	2	1	4	1	2	2	4	-22	Compatible
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	-16	Compatible
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	1	1	1	2	1	4	1	2	1	1	1	2	18	Compatible
17	La infraestructura influirá en la economía local	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	4	19	Compatible
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	1	1	1	1	1	4	1	1	4	1	1	2	17	Compatible
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Nulo

Compatibles = <25 

Moderados >25 <50 

Severo >50 <75 



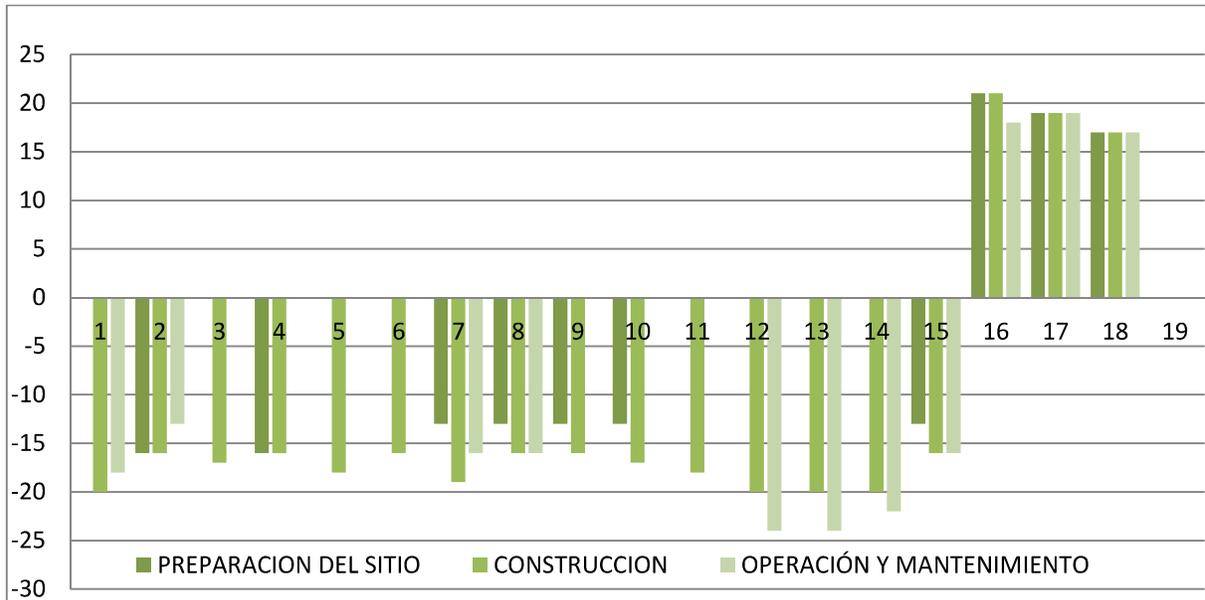
Gráfica 5.3 Valoración de los impactos generados durante la Operación y Mantenimiento del proyecto.

Durante la **Etapas de operación y mantenimiento** los impactos negativos ocurrientes en la fase de construcción disminuyen sus valoraciones en la mayoría de los casos o se mantienen nulos, los impactos positivos se mantendrán en las etapas de mantenimiento en donde de nuevo se requerirá personal para el mismo, y aunque éste no será de manera permanente también se debe considerar como mínimo en comparación con las otras etapas. Del total de 19 impactos detectados en esta etapa, se presentan solo **8 impactos negativos** de los cuales todos son compatibles.

En cuanto a los impactos positivos referentes a los aspectos socioeconómicos, estos disminuyen su valor en comparación con la etapa anterior al mantenerse de manera permanente la contratación del personal, aunque en una cantidad menor comparada con la etapa de construcción.

Para los impactos negativos remanentes sucede lo mismo que se menciona en el párrafo anterior teniendo un valor numérico más bajo en esta etapa final ya que los mantenimientos periódicos no serán tan impactantes como en la etapa de construcción.

En la siguiente gráfica, se presentan los valores numéricos obtenidos en todas las etapas del proyecto, en los cuales se aprecia los cambios que sufren dichas valoraciones en las diferentes etapas del proyecto.



Gráfica 5.4 Gráfica de impactos del proyecto en sus distintas etapas.

5.4 CONCLUSIONES

Debido a que las poblaciones de peces utilizan el área del andador como sitio de refugio durante su crecimiento, el impacto que pudiera ocasionar es minimizado en todas las etapas del proyecto.

En el caso de la zona adyacente al andador, es una zona con estructuras arrecifales y corales pétreos juveniles, por ello, las modificaciones en la estructura del andador se realizarán con especial cuidado para minimizar la sedimentación, así mismo los pilotes serán restringidos al mínimo de área posible para evitar afectaciones.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS O PROGRAMAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

El conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento.

Estas medidas están en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo a lo siguiente:

Las llamadas medidas preventivas o protectoras, se aplican para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.

Las medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se utilizan para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Por otro lado, el conjunto de todas las medidas redactadas en el presente título, se deben poner en práctica a lo largo de todas las fases del proyecto.

6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Las medidas preventivas, de mitigación o compensación se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6.1. Medidas de prevención y de mitigación para los impactos identificados

IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA	EFEECTO
FLUJO HIDRODINÁMICO		
Condiciones de flujo	Los pilotes estarán separados en longitud de 3 metros, distancia que permite el libre tránsito de las aguas en corriente, de igual manera tendrán un diámetro máximo de 20 cm.	Básicamente se nulifican las afectaciones de las condiciones de flujo.
CALIDAD SUPERFICIAL DE AGUA		
Debido a la infiltración el manto y el agua en la zona somera es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos.	Uso de herramientas y maquinaria en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo a la Norma Oficial de la Federación. No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área.	Se evitará la contaminación de agua marina en el foco de trabajo.
En las diferentes etapas de construcción se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	Uso de maquinaria en buen estado con mantenimientos periódicos de acuerdo a la Norma Oficial de la Federación.	Se evitará al máximo la liberación de partículas contaminantes al agua marina.
CALIDAD DEL SUELO		
Se consideran las afectaciones de los lixiviados de	Se distribuirán en la zona de construcción temporalmente botes de plástico con tapa, los cuales estarán ubicados en un área estratégica para que puedan ser	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático

residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	recolectados y trasladados al basurero municipal. En cuanto a los residuos fisiológicos se usarán sanitarios portátiles.	por infiltración de lixiviados.
Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	No se almacenará temporalmente sustancias lubricantes, combustibles, solventes o alguna otra con características de peligrosidad en el área. En caso de ser estrictamente indispensable, se deberá utilizar tapetes plásticos sobre el piso para captar los posibles derrames accidentales. Esta área, en caso de suceder lo previamente expuesto, deberá estar adecuadamente señalizada e identificada. En cuanto a los vehículos, se mantendrán en buen estado y con verificación periódica de acuerdo a la Norma	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de sustancias peligrosas.
OCUPACIÓN TEMPORAL DE LA PLAYA		
Materiales y herramientas ocuparan zonas en la playa adyacente para sus maniobras y trabajos.	Resguardar los materiales (madera) y herramientas en lugares estratégicos de la propiedad anexa para no interferir con las actividades del proyecto y no sean un estorbo tanto en operativo como en lo visual disminuyendo al máximo el área de ocupación.	Minimizar la pérdida de espacio operativo y ambiental de la zona de desarrollo del proyecto.
CALIDAD DEL AIRE		
El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua.	El área de trabajo es naturalmente húmeda, aunque se considera humedecer periódicamente las áreas subyacentes de trabajo y colocar lonas en los vehículos que transporten material hacia y desde la obra.	Se controlará la dispersión de polvo durante la etapa construcción y temporalmente en las fases de mantenimiento, lo cual ayudara a mantener la calidad del aire en el área.
Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	Uso de vehículos en buen estado con mantenimientos periódicos y verificación vehicular reciente de acuerdo a la Norma	Se controlara la emisión de gases y partículas de combustión lo cual reducirá el impacto hacia la calidad del

		aire en el área de trabajo y en la zona en general.
GENERACIÓN DE RUIDO		
La construcción generará emisiones sonoras.	Todos los automotores o equipos que se pretendan utilizar durante el desarrollo de la obra, se les deberá practicar los mantenimientos correctivos y preventivos necesarios antes de su traslado y operación en el sitio seleccionado para el desarrollo de la obra. El responsable de la implementación de la obra deberá proporcionar equipo de protección personal auditivo, nuevo y adecuado.	Se controlará los niveles de ruido generados que pueden causar daños o problemas auditivos en el personal empleado y al medio ambiente en general.
VEGETACIÓN MARINA		
El sembrado de los pilotes afectará a las especies de vegetación acuática	La afectación por el sembrado de pilotes deberá ser exclusiva en las zonas puntuales expresadas en los planos de construcción.	No se afectará zonas no contempladas dentro del proyecto.
FAUNA MARINA		
Las actividades de construcción afectaran directamente a la fauna marina del sitio	Siendo la zona de afectación localizada y puntual, y ya que durante los trabajos cotidianos se generará ruido y movimiento en el agua, la fauna de desplazará naturalmente	La fauna marina se desplazará naturalmente hacia otros sitios.
HÁBITAT MARINO		
El hábitat marino en las zonas de sembrado de pilotes variará durante el tiempo que la estructura	La afectación por la estructura deberá ser exclusivamente en la zona de instalación.	No se afectará zonas no contempladas dentro del proyecto.

permanezca instalada.		
MICROCLIMA		
Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	Actualmente el sitio cuenta con una estructura de madera la cual será reemplazada por el presente proyecto. Por lo que la nueva infraestructura no creará modificaciones al microclima del área y se ocupará únicamente la superficie establecida para el proyecto	Las variaciones de microclima serán mínimas o nulas debido a que ya se cuenta con una estructura de madera la cual será reemplazada por el presente proyecto.
ESTRUCTURA DE PAISAJE		
Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	El proyecto se encuentra dentro de una zona de alta importancia turística, por lo que la infraestructura del muelle naturalmente se adecua a las condiciones visuales de la zona.	No existe un cambio drástico en el paisaje permitiendo una cierta continuidad en el mismo.
CALIDAD SANITARIA		
Se generaran residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	Se fomentará la separación de residuos según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos. Colocar contenedores con tapa en lugares accesibles y estratégicos para evitar la dispersión de residuos sólidos. Para evitar la generación de malos olores, los botes de basura deberán contar con tapa. Los desechos generados deberán ser trasladados a los sitios que sea indicado por las autoridades	Se evitará la contaminación del suelo y manto freático por infiltración de lixiviados de estos residuos. Se evitará la proliferación de insectos u otros organismos que pudieran afectar la salud. Se mantendrá el área del proyecto libre de residuos sólidos urbanos y/o residuos peligrosos en su caso.
EMPLEO Y MANO DE OBRA		
Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	Se procurará que un porcentaje elevado de los empleados provengan de las comunidades vecinas	Generar un beneficio directo a la economía de la zona.
ECONOMÍA LOCAL		
La infraestructura influirá en	Iniciando desde la construcción y la operación del muelle, la economía local se verá beneficiada	Se genera un beneficio directo en la economía de los

la economía local.	por lo empleos temporales generados y los posibles fijos	trabajadores ocupados para la construcción, operación y mantenimiento.
CALIDAD DE VIDA		
Ganancias económicas por el empleo temporales	Al ser una actividad positiva no se requiere de medida de mitigación, sin embargo se considera procurar que los prestadores de servicios provengan de las comunidades circunvecinas.	La entrada económica del proyecto generara empleos temporales que beneficiaran a la gente de la localidad y comunidades circunvecinas.
PATRONES DE VIDA		
Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	Contratación de personal de las comunidades circunvecinas.	Los beneficios económicos y sociales modificaran positivamente los estilos de vida de los pobladores de manera temporal en la etapa de construcción.

6.3 IMPACTOS RESIDUALES

No se espera que se generen impactos residuales, puesto que la estructura propuesta no interviene en la dinámica litoral de la zona al permitir el libre tránsito de sedimentos ya que cuenta con pilotes separados por 3 metros, dicha distancia es ideal para permitir el flujo natural de agua con sus sedimentos.

Se espera un diámetro de impacto a la vegetación acuática alrededor de cada pilote, aunque se prevé su regeneración total (a excepción del diámetro de los pilotes mismos) en menos de un año. El microclima generado no afectará al crecimiento de las mismas ya que la rotación natural del sol, proveerá horas básicamente en la totalidad de la zona.

7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS Y PROYECCIÓN FUTURA

7.1 ESCENARIO ACTUAL

Durante la elaboración del presente documento se realizaron diversas salidas al predio para la verificación de flora y fauna.

El sitio es una zona de playa enclavada dentro de la zona hotelera del Municipio de Solidaridad, esta ubicación geográfica disminuye su calidad ambiental debido a que básicamente toda la extensión de esta zona está ocupada por infraestructuras turísticas y residenciales como el caso del presente proyecto por lo tanto el flujo de personas por el sitio es constante y vegetación terrestre nula.

Los resultados para la fauna terrestre están directamente relacionados con el uso de suelo que la zona tiene actualmente y al hecho de que la vegetación terrestre fue nula.

Ninguna especie avistada se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se avistaron especies del grupo de las aves. Anfibios, reptiles y mamíferos no obtuvieron registros.

La diversidad de peces registrada para el sitio de estudio fue de 34 especies, por lo que se cataloga como diversidad moderada, considerando que se tienen registradas al menos 245 especies en el SAM, aunque específicamente para la zona de Solidaridad los valores más altos que se registran son 134 especies correspondientes a 41 familias.

El área de estudio presenta una cobertura extensa de macro-algas. Precisar la causa directa de una cobertura de macroalgas tan extensa es difícil debido a variaciones en factores naturales (ej., surgimiento de nutrientes según la temporada) y el impacto antropogénico como: sedimentos, aguas residuales provenientes de tierra adentro (Kramer et al. 2015), la presencia de mallas geotextiles o ballenas (minimizando el flujo de agua, cambios de corrientes, etc.).

Durante la caracterización no se registró en ningún caso especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de flora o fauna marina.



Imagen 7.1. Estado actual del sitio.

7.2 ESCENARIO FUTURO

Considerando las condiciones actuales del sitio en donde se destaca la presencia de pastos marinos, se considera que el andador tendrá un impacto baja y mitigable, esto debido al diámetro reducido de los pilotes así como su propia composición (maderas).

Por otro lado, el construir el andador frente al predio del hotel como parte de sus instalaciones, permite que se realicen periódicamente el retiro de desechos sólidos de la playa. Adicionalmente el impacto visual no es antiestético y es compatible con el paisaje que ya se encuentran en la zona.

Finalmente, el personal que será contratado para ejecutar y operar las acciones propuestas tendrá un beneficio económico (impacto socio económico positivo).

El presente proyecto pretende dar un uso compatible al establecido por la regulación ambiental competente. La etapa de construcción es la más impactante dado el tipo de actividades y personal involucrado. A continuación, se plantean 3 escenarios futuros con diferentes condiciones:

- **Sin la ejecución del proyecto**

El escenario ambiental sin la ejecución del proyecto nos muestra un Sistema fragmentado debido principalmente al crecimiento turístico que se

presenta y al avance del mismo en zonas que no se hallaban ocupadas. A una menor escala, para el sitio en cuestión, esta situación se refleja por la presencia de la infraestructura turística que se puede apreciar cercana al predio. La vegetación se mantiene en su mayoría y continúa su regeneración, pero presenta efectos del aislamiento al que se ve sometida dentro de una zona con crecimiento y en desarrollo, los residuos sólidos dispersos en el predio continúan y se prevé que esta condición vaya en aumento.

- **Con la ejecución del proyecto sin aplicar las medidas de mitigación propuestas.**

Llevando a cabo la ejecución del proyecto sin las medidas de mitigación necesarias, los impactos que se presentan son mucho más significativos para el sitio y de menor escala a nivel del Sistema, el uso de maquinaria en mal estado causaría un índice de contaminación considerable tanto al aire como al suelo. Los impactos en la estabilidad del suelo pueden tornarse significativos al realizar mayores excavaciones que las necesarias para la edificación del proyecto, aumentando si no se mantiene el suelo removido en el sitio del proyecto.

Se podría esperar contaminación directa al suelo al no suministrar elementos apropiados para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas durante las etapas de construcción, de esta manera, no solo se contaminaría el suelo si no también debido a su ubicación en la costa, el freático también sería afectado.

De manera general, al llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las necesarias medidas de mitigación el Sistema Ambiental será impactado, incrementándose significativamente las posibilidades de contaminación específicamente para el sitio del proyecto.

Para tener una mejor perspectiva del incremento en los niveles de los impactos que generaría el proyecto, se realizó una matriz general que incluye dichos impactos contemplando las 3 etapas del proyecto con sus actividades programadas, pero sin llevar a cabo ninguna medida de mitigación y/o prevención.

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron en el Capítulo 5 de este documento, se pudo registrar que la etapa del proyecto con impacto más severo es la etapa de **Construcción**. Realizando una comparación entre cada una de estas etapas (tabla 5.6 con la tabla 7.1), se puede observar que la mayoría de los indicadores alcanzan niveles que los catalogan como moderados con valores significativamente más altos. Un claro ejemplo son las valoraciones de los indicadores de flujo natural de corrientes, hábitat marino y microclima que en la etapa antes mencionada alcanzan valores en una escala de -20, pero que al realizar las actividades sin medidas de mitigación alcanzan valores de -31 a -37.

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción
de
un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.



Esta situación se repite en las valoraciones de los demás aspectos calificados.

Tabla 7.1: Valoración numérica. Impactos generados por el proyecto sin medidas de Mitigación.

IMPACTOS	DESCRIPCIÓN	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	RESULTADO	IM
1	La instalación de una nueva estructura afectará las condiciones de flujo natural (corrientes) y por ende la movilidad de sedimentos	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	1	1	-31	Moderado
2	En las diferentes etapas de construcción se generarán sedimentos en suspensión en el agua.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	1	1	-31	Moderado
3	Es vulnerable a contaminación por fugas o derrames accidentales de aceites, combustibles y otros residuos	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	2	1	-32	Moderado
4	Se consideran las afectaciones de los lixiviados de residuos sólidos y fisiológicos que generarán los trabajadores.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	2	1	-32	Moderado
5	Afectación por la generación de fugas o derrames de combustibles.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	1	-34	Moderado
6	Maquinaria pesada ocupara zonas en la playa adyacente para sus maniobras, trabajos y resguardos.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	2	1	-32	Moderado
7	El flujo de vehículos y personas genera la incorporación de polvos y partículas hacia la atmósfera y al agua.	-1	2	2	2	1	1	4	1	4	2	4	-29	Moderado
8	Se generarán emisiones a la atmósfera tales como gases de combustión.	-1	2	2	1	1	1	4	1	4	1	1	-24	Compatible
9	La construcción generará emisiones sonoras	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	1	-34	Moderado
10	El sembrado de los pilotes impactara la vegetación acuática.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	4	-37	Moderado
11	Las actividades de construcción afectaran directamente a la fauna marina del sitio	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	1	-34	Moderado
12	El hábitat marino en la zona de sembrado de pilotes cambiará durante el tiempo que la estructura permanezca instalada	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	4	-37	Moderado

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción de un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.

13	Se afectará al microclima de la zona ya que se implantará una nueva característica inexistente anteriormente en la zona.	-1	4	2	2	1	1	4	1	4	4	4	4	4	-37	Moderado
14	Crearé un paisaje modificado que cambia la calidad visual de la zona	-1	4	2	2	2	1	1	4	1	4	4	4	1	-34	Moderado
15	Se generarán residuos sólidos y fisiológicos de los trabajadores así como residuos sólidos no peligrosos (restos de comida, embalajes).	-1	4	2	2	2	1	1	4	1	4	2	4	-35	Moderado	
16	Se necesitará mano de obra durante la ejecución de los trabajos.	1	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	4	25	Compatible	
17	La infraestructura influirá en la economía local	1	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	4	25	Compatible	
18	Ganancias económicas por el empleo temporales	1	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	4	25	Compatible	
19	Afectaciones mínimas en cambios y efectos benéficos sobre los patrones de vida de los pobladores cercanos a la obra	1	2	2	2	2	1	1	4	1	1	1	4	25	Compatible	

Compatibles =<25 Moderados >25 <50 Severo >50 <75 Crítico >75

- **Con la ejecución del proyecto aplicando las medidas de mitigación propuestas.**

Respecto al uso de suelo marino, al verificar que no se utilice una superficie mayor a la establecida en el presente documento, el proyecto será compatible con el uso actual y el impacto negativo será poco significativo. Aunado a esto, se mantiene la flora marina en las zonas donde no fue modificado el suelo.

Paisajísticamente el proyecto presenta una compatibilidad con el que actualmente se observa en la zona. Gracias a las recomendaciones hechas a los trabajadores y a los pobladores, se ha evitado el maltrato o aprovechamiento no autorizado de todo tipo de flora y fauna marina y terrestre del sitio. La fauna marina registrada y que utiliza el sitio de paso o refugio, podrá ocupar dichas zonas tal como se deduce que la usan en la actualidad.

La calidad del aire se mantiene en buenas condiciones debido a que la mayor emisión de contaminantes ocurrió durante la etapa de construcción dando tiempo a que la atmósfera se autorregule y éstas fueron amortizadas con el uso de vehículos y maquinaria en buen estado.

Debido a la ocupación del andador, se generan residuos urbanos que son recogidos periódicamente por un prestador de servicios de recolección y transporte de residuos sólidos mismos que son dispuestos en el sitio de disposición final autorizado, evitando la acumulación inapropiada e insalubre en sitios no autorizados. Se ha preservado la calidad del agua subterránea mediante el tratamiento del agua residual y reúso de aguas para el riego de las áreas verdes.

7.3 CONCLUSIONES

Una vez realizados los estudios de campos pertinentes y la vinculación del proyecto con las leyes y normas aplicables, se concluye lo siguiente:

En base a la ubicación geográfica del predio, se considera que la infraestructura propuesta para el polígono concuerda con lo que se establece en los programas, ordenamientos y legislación ambiental vigente.

La etapa de construcción del proyecto presenta todos los impactos identificados para el proyecto del andador. En su mayoría fueron clasificados como impactos compatibles, en los tres casos mencionados dichas situaciones al finalizar la construcción de la ampliación disminuirán paulatinamente con el paso del tiempo y la mayoría de los impactos positivos estarán presentes a lo largo de la vida útil de la infraestructura.

Durante la revisión biótica submarina para el capítulo 4 del presente estudio no se registraron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, en un ecosistema fragmentado y perturbado debido a que el sitio del proyecto es una zona turística, los impactos al medio ambiente se consideran bajos.

Los trabajos de instalación del andador en la zona, son actividades compatibles ambientalmente con el área en donde se pretende desarrollar el proyecto.

8 METODOLOGÍAS

8.1 CAPITULO III

El presente proyecto se vincula con las siguientes Leyes, Reglamentos, Normas, Programas de Ordenamiento, Planes Nacionales de Desarrollo:

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2016-2022.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022 establece un orden de la acción pública del gobierno en el corto, mediano y largo plazos; en su estructura se mantiene una relación estratégica entre ciudadanía y gobierno; está integrado por cinco ejes rectores:

- Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos
- Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho
- Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente
- Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad
- Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

Cada uno de estos ejes contiene un objetivo general con su respectiva estrategia; está integrado por programas estratégicos, estos a su vez poseen líneas de acción.

Además, este documento rector contiene metas específicas por cada programa estratégico, las cuales son cuantificables y por lo tanto sujetas a evaluación; posee también indicadores, instrumentos de medición que sirven para la obtención de objetivos y metas planteadas en relación con los impactos, resultados y productos.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SOLIDARIDAD

El Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 es el instrumento normativo de largo plazo, rector del proceso de planeación para el desarrollo municipal que expresa claramente las prioridades, objetivos, estrategias y líneas generales de acción en materia política, ambiental, cultural, económica y social del Municipio, para promover y fomentar el desarrollo integral y el mejoramiento en la calidad de vida de la población y orientar la acción de este orden de gobierno y los grupos sociales de los Municipios hacia ese fin.

El objetivo principal de este ordenamiento es orientar la gestión gubernamental a la obtención de resultados que serán supervisados y, cuando las líneas base lo permitan, evaluar mediante la construcción de indicadores el impacto de las actividades del gobierno.

Por tales motivos, con el objeto de cumplir con la normatividad aplicable, el presente proyecto obedece a la necesidad de realizar una evaluación ambiental para la construcción y operación del muelle rustico de madera.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

En cuanto a la normatividad ambiental, el proyecto de acuerdo a sus características, ubicación y alcances, se vinculó con la LGEEPA en lo referente a los artículos: 28, 30, 35 BIS 1, 44, 88, 89, 110, 117, 136.

Reglamento de LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental

Se vincula con el artículo 5.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de áreas naturales protegidas

Se vincula con el artículo 88

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Se vincula con el artículo 18

Ley de Aguas Nacionales

Se vincula con el artículo 86 BIS 2.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Se vincula con el artículo 151.

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

Se vincula con los artículos 92, 103, 136, 161

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD

Se revisó la información contenida en el POEL y el área del proyecto queda fuera de las UGAS de éste

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL CORREDOR CANCÚN-TULUM

El sitio del proyecto se ubica en la UGA M2 de Nombre Litoral Costero para el cual se realizó un ejercicio de vinculación respecto a los criterios aplicables al proyecto.

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD QUINTANA ROO.

Se revisó la información contenida en el Programa De Desarrollo Urbano, en el cual no se contienen criterios ni regulaciones para la construcción de andadores y/o muelles rústicos en la zona hotelera.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El proyecto se ubica en la UAB 62 de nombre Karst de Yucatán y Quintana Roo, por lo que se ha desarrollado un análisis y ejercicio de vinculación únicamente respecto de las estrategias que resultan directamente aplicables al Proyecto.

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

El proyecto se ubica en las UGA's 139 denominada SOLIDARIDAD y 178 denominada Zona Marina de Competencia Federal para el cual se realizó un ejercicio de vinculación respecto a los criterios aplicables al proyecto.

DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

La zona del proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida.

Normas oficiales

NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.

NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyen diesel como combustible.

NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición. Adicionalmente se consideran las siguientes normas de seguridad laboral.

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones y procedimientos de seguridad

NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. D.O.F. 17-IV-2002.

NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Organización y funciones.

8.2 CAPITULO IV

CLIMA

Se realizó una investigación específica para la zona del proyecto y de las bases de datos proporcionadas por el INEGI para el 2011 se pudieron obtener los aspectos climáticos que predominan en dicha región,

HURACANES

Se realizó un depurado de la base de datos de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), analizando datos desde 1895 a la fecha.

GEOLOGÍA Y SUELOS

Se extrajeron el tipo de suelo y la geología de la zona con el uso de sistemas de información geográfica.

METODOLOGÍA BENTOS Y PECES

Se cubrió un área aproximada de 700 m², considerando 100 metros lineales de costa del frente del hotel Viceroy, de la zona a federal, y 70 metros mar adentro (100m x 70 m). Se tomó como referencia el muelle del hotel Viceroy, dividiendo el área de prospección en dos secciones, zona marina profunda y zona somera adyacente a la costa donde se realizaron 8 transectos de bentos y 12 transectos de peces.

Protocolo de monitoreo Atlantic & Gulf Reef Assessment (AGRRA)

Después de evaluar las diferentes metodologías que se han venido formulando y utilizando en el mundo para el seguimiento de las comunidades de peces, estructura arrecifal y cobertura bentónica, se eligió el protocolo del programa internacional AGRRA (Atlantic & Gulf Reef Assessment), (AGRRA, 2010), con ligeras modificaciones debido a las particularidades del estudio y las condiciones ambientales del sitio a evaluar.

Para el monitoreo (AGRRA) se recorrió el área marina mediante buceo autónomo, el trabajo de campo requirió de dos días y dos buzos especialistas, asimismo se tomaron fotografías submarinas y video como registro de la evidencia del estado actual del sitio en cuestión.

El área de monitoreo se dividió en dos secciones, zona marina profunda, que se realizó con ayuda de una embarcación, y zona somera adyacente a la costa

a la cual se accediendo por la playa. Los monitoreos se realizaron entre las 8:00 hrs y 14:00 hrs, se registró una profundidad entre los 0.6 m y 6 m, la temperatura varió entre los 28°C y 29°C.

Método de monitoreo de diversidad y abundancia de peces.

El protocolo de AGRRA únicamente considera una lista específica de peces clave del SAM y juegan un papel importante en el ecosistema arrecifal (ANEXO 1). En total se realizaron 12 transectos, ocho transectos en la zona marina profunda y cuatro en la zona somera adyacente a la costa, la mitad de los transectos se hicieron del lado derecho del muelle en cuestión y la otra mitad al lado izquierdo (seis de un lado y seis del otro lado). El primer día de monitoreo se realizaron los transectos profundos y el segundo día los someros.

Antes de iniciar cada transecto se registró el punto de inicio del transecto con el GPS, la hora de inicio y la profundidad.

Los transectos fueron de 50m lineales por 2m de ancho, cubriendo un área total de 1,200 m², distribuidos perpendicularmente a la costa y de forma aleatoria, siempre respetando una distancia mínima de 10 metros aproximadamente entre cada transecto, el método aplicado fue censo visual de tipo banda (unidad de muestreo).

Para cada transecto se utilizó equipo SCUBA, materiales de monitoreo y el formato establecido por AGRRA.

Para el registro de los peces el buzo nadó a una velocidad constante sobre la cinta métrica de 50 m y utilizó la vara T de PVC de 1 m de ancho como referencia para cubrir los 2 m de banda, cada transecto tomó 10 minutos aproximadamente

Los datos que se registrados fueron; especie observada, número de organismos por especie y el tamaño aproximado.

Materiales:

Cinta métrica de 50 m.

Varilla de PVC en forma de T de 1 metro de ancho.

Equipo SCUBA

Boya

Tabla y formato para registro de datos.

Método de monitoreo de bentos y estructura arrecifal

Se aplicó el protocolo de AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment) para evaluar indicadores de bentos (macro-algas, organismos bentónicos, especies clave de salud arrecifal como la langosta y erizos), estructura arrecifal. Dicho método evalúa estructura bentónica, función ecosistémicos, patrones de cambio costero y arrecifal, y bienestar social (McField and Kramer., 2007). Brevemente, basándonos en el método de AGRRA (AGRRA, 2016) y con una modificación en la longitud del transecto, se realizaron 8 transectos de 50m de largo con la metodología de punto de intercepción:

- Se utilizó el transecto de 50 m que ha instalado el buzo 1 (monitoreo de peces).
- Se registró el número de transecto, profundidad y temperatura antes de comenzar cada transecto.
- Se registró la especie o sustrato encontrado cada 10cm a lo largo del transecto de 50m (Fig.10)
- La caracterización del hábitat se realizó con un total de 2,000 puntos en la zona adyacente a la costa y 2,000 puntos en la zona marina. Con un total de 4,000 puntos en el área de estudio.

8.3 CAPITULO V

INDICADORES DE IMPACTO

Se realizó un listado de las actividades que se realizaran durante el desarrollo del proyecto

En base al listado de actividades se realizó un análisis de los componentes ya sean físicos, químicos, bióticos, ambientales o socioeconómicos que pueden ser afectados en menor o mayor grado durante la realización de dichas actividades.

Es importante mencionar que los efectos sobre dichos Indicadores pueden ser positivos o negativos y variar según las diferentes etapas del proyecto, por lo que al momento de realizar una evaluación de impacto ambiental se dividirá el proyecto en varias etapas o fases para poder realizar un análisis más preciso.

En base a lo antes mencionado se extrajo un listado de Indicadores Ambientales.

CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

Para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se propone un modelo de evaluación basado en el método de matrices causa y efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos y del método del Instituto Batalle - Columbus, con resultados cuantitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en

las filas, los factores ambientales susceptibles a recibir impactos (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, 2000).

La metodología de valoración de impactos adoptada, es del tipo numérico, cumpliendo con los tres requisitos del modelo ideal de valoración (Adecuación, conceptual y adecuación de la información de manera total y Adecuación matemática de manera parcial), sacrificando, no obstante parte del rigor matemático en favor de la posibilidad de considerar una mayor cantidad de información (Conesa Fdez.- Vitora Vicente, Madrid 1997).

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que, presumiblemente, serán impactados por aquellas, las matrices creadas en el presente trabajo en donde se relacionen dichos aspectos, nos permitirá obtener una valoración cualitativa de los impactos ambientales.

Se procede a evaluar los impactos identificados, por medio de matrices, de acuerdo con los criterios de evaluación carácter, magnitud, significado, grado de certidumbre, plazo en que aparece, duración, extensión, reversibilidad, tipo, etc. Se emplean los criterios (ver tabla siguiente) para la evaluación de los impactos:

Tabla 8.1 Valor de los criterios para la evaluación de los impactos.

	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
(CI)	Carácter del impacto.	<input type="checkbox"/>	Positivo.	Difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
	Se refiere al efecto benéfico o perjudicial de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores ambientales considerados.	<input type="checkbox"/>	Negativo.	
(I)	Intensidad del impacto. (Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito	(X)	Previsto.	Afectación mínima.
		-1	Baja.	
		-2	Media.	
		-4	Alta.	
		-8	Muy alta.	
-12	Total			

	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
	específico en que actúa.			Dstrucción casi total del factor.
(EX)	Extensión del impacto.			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	-1	Puntual.	Efecto muy localizado.
		-2	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		-4	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		-8	Total.	Generalizado en todo el entorno
	(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.	
(SI)	Sinergia.			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	-1	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		-2	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		-4	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	Persistencia.			
	Refleja el tiempo que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	-1	Fugaz.	(□ 1 año).
		-2	Temporal.	(De 1 a 10 años).
		-4	Permanente.	(□ 10 años).
(EF)	Efecto.			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa - efecto.	-1	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
0		Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.	
(MO)	Momento del impacto.			

	DENOMINACIÓN O DEL SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	-1 -2 -4 (+4)	Largo plazo. Mediano Plazo. Corto Plazo. Crítico,	El efecto demora más de 5 años en manifestarse. Se manifiesta en términos de 1 a 5 años. Se manifiesta en términos de laño. Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
	Acumulación.			
(AC)	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	-1	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		-4	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(MC)	Recuperabilidad.			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del	-1	Recuperable de inmediato.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		-2	Recuperable a mediano plazo.	
		-4	Mitigable.	
-8	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.		

	DENOMINACIÓN O SIGNIFICADO DEL CRITERIO	VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
	proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana.			
(RV)	Reversibilidad.			
	Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales.	-1	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año.
		-2	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 10 años.
		-4	Irreversible.	Imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	Periodicidad.			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	-1	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		-2	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		-4	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.
VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO				
(IM)	Importancia del efecto.	$IM = \square[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$		
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente			
(CLI)	Clasificación del impacto.			

	DENOMINACIÓN O DEL VALOR	DEL VALOR	CLASIFICACIÓN	IMPACTO
		(CO)	COMPATIBLE	Si el valor es menor o igual que 25
	Partiendo del análisis del rango de la variación del efecto (IM) .	(M)	MODERADO	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	SEVERO	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	CRITICO	Si el valor es mayor que 75

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Habiéndose identificado los principales impactos socio ambiental que se pueden generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la obra en cuestión, se procede a la correspondiente evaluación ambiental.

De acuerdo a los valores que se extraigan de la aplicación de la tabla anterior para la calificación de los impactos, se les proporcionara un valor a los impactos identificados en el proyecto representando al impacto mediante un numero mencionado en la tabla de identificación de impactos, posteriormente se adicionan los valores para cada impacto siguiendo los criterios aquí mencionados: si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como **COMPATIBLE (CO)**, si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como **MODERADO (M)**, cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es **SEVERO (S)**, y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de **CRÍTICO (C)**.

8.4 CAPITULO VI

Una vez identificados y evaluados los impactos del proyecto dentro del Capítulo V, se procedió a diseñar y proponer las medidas preventivas y de mitigación a realizar, las cuales se plasman en el Capítulo VI, todo esto enfocándose en cada uno de los indicadores de impacto previamente identificados y haciendo especial énfasis en los puntos vulnerables que se pudieran presentar en relación a dichos impactos.

8.5 CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES

Para la obtención de los pronósticos ambientales y/o escenarios, se inicia realizando una breve descripción del escenario actual tal como se encontró al inicio del presente estudio, tanto en el aspecto medioambiental como en

el socioeconómico, esto se logra recopilando aspectos básicos de vegetación y fauna, los que se han descrito de manera amplia en los capítulos anteriores, así como estadísticos de las condiciones sociales y económicas de la zona. Una vez establecido el escenario actual y tomando en cuenta la identificación y análisis de los impactos que provocara el proyecto, así como la inclusión y la correcta aplicación de las correspondientes medidas de prevención y mitigación para minimizarlos, realizando una proyección, se obtiene el escenario futuro del sitio, describiendo el resultado y condiciones que se esperan obtener una vez realizado el proyecto, básicamente encontrándose en su etapa de operación. Ya descritos ambos escenarios (actual y futuro) se procede a plantear las conclusiones generales del proyecto en cuanto a su viabilidad y compatibilidad con el medio.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, G. (2005).** Caracterización del hábitat arrecifal: hacia el desarrollo de SIG's en sistemas coralinos. Departamento de recursos del mar. Mérida, **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.** 112.
- Aguayo Gonzalez C. (2004). Estructura de la vegetación acuática sumergida como bioindicador de la calidad de agua en una zona costera. departamento de recursos del mar. Mérida, **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.**
- Aranda J. M.** 1981. *Rastros de los mamíferos silvestres de México*. INIREB. Xalapa, Veracruz, México.
- Arellano R. J. A., Flores J. S., Tun G. J. y Cruz B. M. M.** 2003. *Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán*. *Etnoflora Yucatanense* 20: 1-815
- A. Reid Fiona.** 1997. *A field guide to the mammals of Central America and Southeast México*. Oxford University Press. New York
- Campbell, J. A.** 1998. *Amphibians and reptiles of northern Guatemala, the Yucatán, and Belize*. Oklahoma University Press, Norman.
- Castillo A., S y Moreno-Casasola, P.** 1998. *Análisis de la flora de dunas del litoral atlántico*. *Acta Botanica Mexicana* 45: 55-88
- Chan Vermont, C., Rico-Gray, V. y Flores J. S.** 2002. *Guia ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán*. *Etnoflora Yucatanense* 19: 1-133
- Cottan, G. y J.T. Curtis,** 1956. *The use of distance measures in phyto sociological sampling*. *Ecology*, 37, 451-460.
- Duran G., R.** 1995. *Diversidad florística de lo petenes de Campeche*. *Acta Botánica Mexicana* 31: 73-84
- Espejel, I.** 1984. *La vegetación de las dunas costeras de la península de Yucatán*. *Biotica* 9 (2): 183-201
- Flores, J. S. y I. Espejel.** 1994. *Tipos de vegetación de la península de Yucatán*. *Etnoflora Yucatanense*. 3:1-135
- Flores-Villela, Canseco-Márquez** 2004. *Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México*
- Goodbody, I., P. Bacon, et al.** (2001). Manual of Methods for Mapping and Monitoring and Monitoring of Physical and Biological Parameters, CARICOMP data manager center. Florida Institute of Oceanography.
- Herrera-Silveira JA, Martin M, Diaz-Arce V.** (1999) Variación del fitoplancton en cuatro lagunas costeras del estado de Yucatán México. *REVISTA BIOLOGIA TROPICAL* N° 47(supl. 1) pag. 47-59

Howell S., Webb S. 1995. *A Guide to Birds of México and Northern Central América*. Oxford University Press.

Lambe, T. W. & Whitman, R. V. (1997). *Mecánica de suelos*. México. ISBN 968-18-1894-6

Lee, 1996. *Amphibians and Reptiles of the Península de Yucatán*. Department of Biology, The University of Miami. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press. Coral Gables, Florida.

Morales Ojeda S. (2007) Diagnostico de la zona marina costera del estado de Yucatán basado en la caracterización hidrológica y del fitoplancton. DEPARTAMENTO DE RECURSOS DEL MAR. Mérida, **CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.**

National Geographic. 2002. *Field guide of the birds of Northern America*. NatGeo. Fourth Edition. Washington, D.C.

Paul Human. 1994. Reef Fish Identification, Florida, Caribbean, Bahamas. Paramount Miller Graphics, Inc. Jacksonville, Florida, USA.

Paul Human, Ned Deloach 1994. Reef Coral Identification, Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publication Inc. Jacksonville, Florida, USA.

AGRRA. 2010. AGRRA protocols Version 5.4.

AGRRA. 2016. Coral reef health training. Healthy Reefs Initiative. Training Version 2. HRI.

Fabricius, K., De'ath, G., McCook, L., Turak, E., & Williams, D. M. 2005. Changes in algal, coral and fish assemblages along water quality gradients on the inshore Great Barrier Reef. *Marine pollution bulletin* **51**:384-398.

McField, M., and P. R. Kramer. 2007. Healthy Reefs for Healthy People: A Guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the Mesoamerican Reef Region. With contributions by M. Gorrez and M. McPherson.

Calle - Triviño, J. y F. J. Martos - Fernández. 2014. Manual de Métodos de Monitoreo en sitios permanentes en arrecifes coralinos del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México. 40 pp

Juan M. Posada, Estrella Villamizar y Daniela Alvarado1, Rapid Assessment Of Coral Reefs In The Archipiélago De Los Roques National Park, Venezuela, pp 531-543

De la Lanza, G. 2006 Evaluación de la calidad ambiental y dinámica de la zona costera (playas) para la certificación Bandera Azul del Mpio Solidaridad, Q. Roo, México Influencia de la calidad del agua en el estado de conservación de los arrecifes coralinos de la Riviera Maya. Instituto

Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular por la construcción de un andador rústico tipo muelle en Playa del Carmen, Q. Roo.



de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ017. México D. F