

# **SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

## **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR**

PROYECTO

PROYECTO:

### **MUELLE MVNGATA**

LOCALIZADO EN

**ÁREA MARINA Y LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO  
TERRESTRE COLINDANTE AL PREDIO MARCADO  
CON LA FRACCIÓN I DE LA FRACCIÓN IV DEL  
PREDIO DENOMINADO XCALACOCO, DE LA  
LOCALIDAD DE PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO DE  
SOLIDARIDAD, ESTADO DE QUINTANA ROO**

PROMOVIDO POR

**MAGGNA HOMES SA DE CV.**

ELABORADO POR

**M EN C. ROBERTO DE LA TORRE ALEGRIA  
ECOL. MARCOS RODRÍGUEZ CÓRDOVA**

JUNIO 2023

# **CAPÍTULO I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

## **I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.**

### I.1.1 Nombre del proyecto

**“MUELLE MVNGATA”**

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto **MUELLE MVNGATA” (el proyecto)** se pretende construir en el área marina y la Zona Federal Marítimo Terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la Fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo (**Figura 1**).

### I.1.3 Duración del proyecto

Se estima un periodo de duración de 2 años para la etapa de preparación y construcción del proyecto, así como de 98 años para la etapa de operación y mantenimiento; sin embargo, este tiempo puede variar dependiendo del mantenimiento que reciba el inmueble y sus instalaciones, así como de la calidad de los servicios que le sean proporcionados. El presente estudio comprende estas tres etapas.

### I.1.4 Presentación de la documentación legal

A continuación, se presenta la relación de la documentación legal que se adjunta a la presente MIA-P:

1. Pago de derechos correspondiente a la evaluación del Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P).
2. Póliza Número 3,850 de fecha 22 de septiembre del 2015, pasada ante la fe del Lic. Eduardo González Alonso corredor Público número dos de la Localidad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo., relativa al acta constitutiva de la empresa **MAGGNA HOMES SA DE CV, y acreditación del representante legal el C. MARIO VILLALVAZO COBAR**
3. Registro Federal del Contribuyente (RFC) de la empresa **MAGGNA HOMES SA DE CV.**
4. Identificación oficial del **C. MARIO VILLALVAZO COBAR**, apoderado legal de la persona moral **MAGGNA HOMES SA DE CV.**,
5. Cedula profesional del responsable del Estudio en Materia de Impacto Ambiental

## **I.2 PROMOVENTE.**

### I.2.1 Nombre o razón social

La promovente del proyecto es la persona moral **MAGGNA HOMES SA DE CV, (la promovente)**, la cual es una empresa legalmente constituida en términos de la Póliza

Número 3,850 de fecha 22 de septiembre del 2015. pasada ante la fe del Lic. Eduardo González Alonso corredor Público número dos de la Localidad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. (**Anexo**)

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal de Contribuyentes de la promovente es **MHO070801QC2** de conformidad con la Cédula de Identificación Fiscal (**Anexo**)

### I.2.3 Nombre del representante legal

El representante legal de la persona moral **MAGGNA HOMES SA DE CV.** es el **C. MARIO VILLALVAZO COBAR (el representante)**, personalidad que se acredita en términos de la Póliza Número 3,850 de fecha 22 de septiembre del 2015, pasada ante la fe del Lic. Eduardo González Alonso corredor Público número dos de la Localidad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Por su parte, el **C. MARIO VILLALVAZO COBAR** se identifica mediante credencial para votar con fotografía número

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

Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, Kilómetro 295 + 400, Colonia Ejido Norte, Acceso al Hotel Princes. Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, correo

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

## I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### I.3.1 Nombre y Razón Social

La empresa **RTA CONSULTORES AMBIENTALES S.C.**, bajo la dirección del **M. EN C. ROBERTO DE LA TORRE ALEGRIA** con la participación del **ECOL. MARCOS RODRÍGUEZ CÓRDOVA**, elabora la presente Manifestación de Impacto Ambiental Particular del proyecto **MUELLE MVNGATA**

### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

El Registro Federal de Contribuyentes de **RTA CONSULTORES AMBIENTALES S.C.**, es **RCA160512EX6**.

### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

M. en C. Roberto de la Torre Alegría, quien cuenta con Cédula Profesional Número

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

### **I.3.4 Colaboradores**

Ecol. Marcos Rodríguez Córdova

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

### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

Av. Xphuhil, Número 18, Edificio B Alto, Interior 5, Supermanzana 26, Manzana 21, CP. 77510, Cancún, Quintana Roo. Teléfono de oficina (998) 256 9094, teléfono móvil (998) 845-1884 y correo electrónico: ecoarsa@ gmail.com

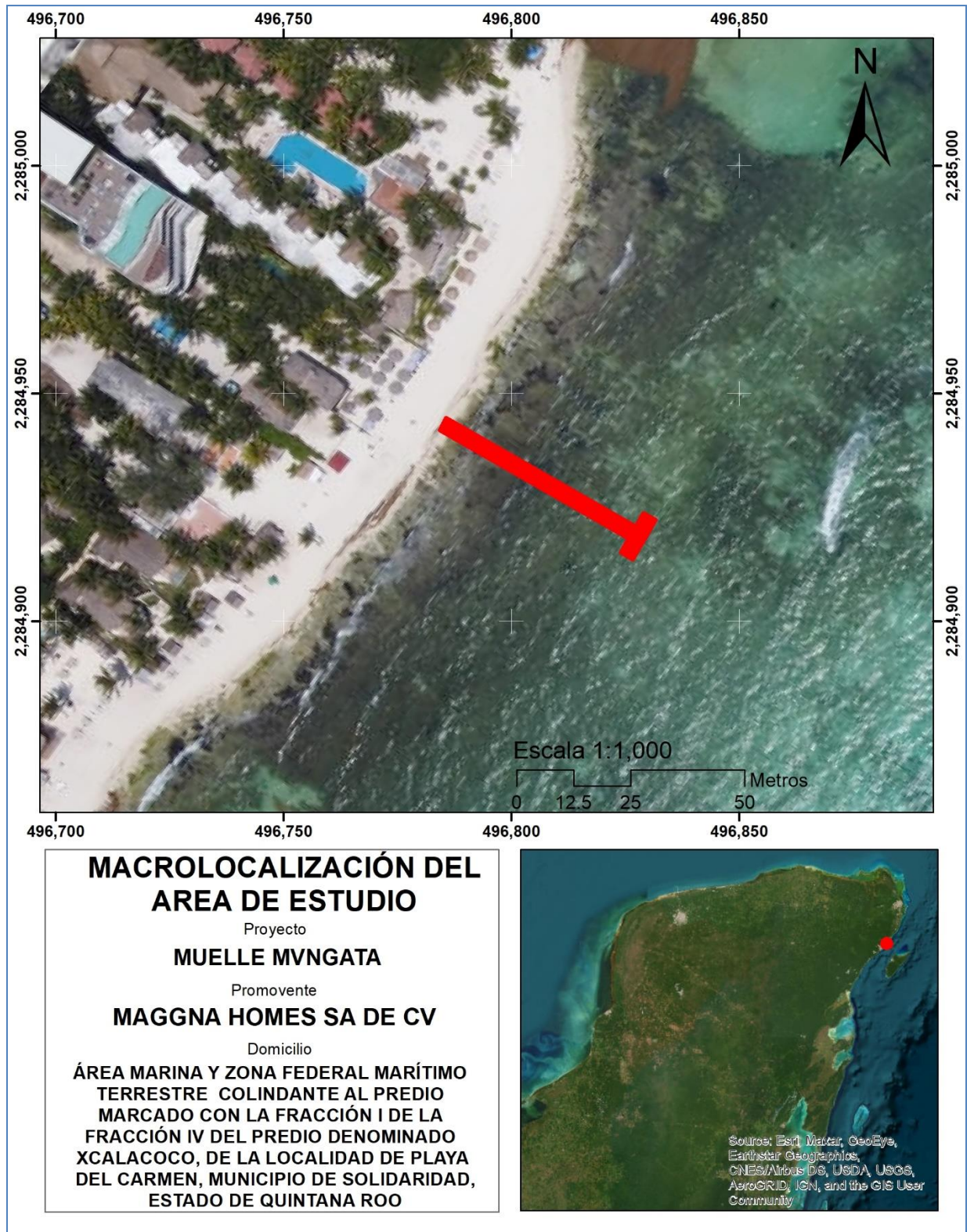


Figura 1 .Localización geográfica del proyecto.

## **CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## 1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

En este capítulo tiene el objetivo de brindar información suficiente a la autoridad evaluadora sobre las características particulares del proyecto **MUELLE MVNGATA**, respecto de los elementos que lo conforman, así como las actividades que se pretenden realizar en las distintas etapas del proyecto; de tal manera que el evaluador cuente con los elementos necesarios para vincular el proyecto con la normatividad ambiental, el medio natural e identificar, ponderar y calificar los impactos que podría causar en los diversos componentes del medio ambiente y valorar las medidas de prevención, mitigación y compensación propuesta en la presente MIA-P.

### 1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

**1.1.1 Sector:** Terciario

**1.1.2 Subsector:** Turístico

**1.1.3 Tipo de proyecto:** Muelle

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto "**MUELLE MVNGATA**" se pretende construir en el área marina y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la Fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

### 2.1 SELECCIÓN DEL SITIO.

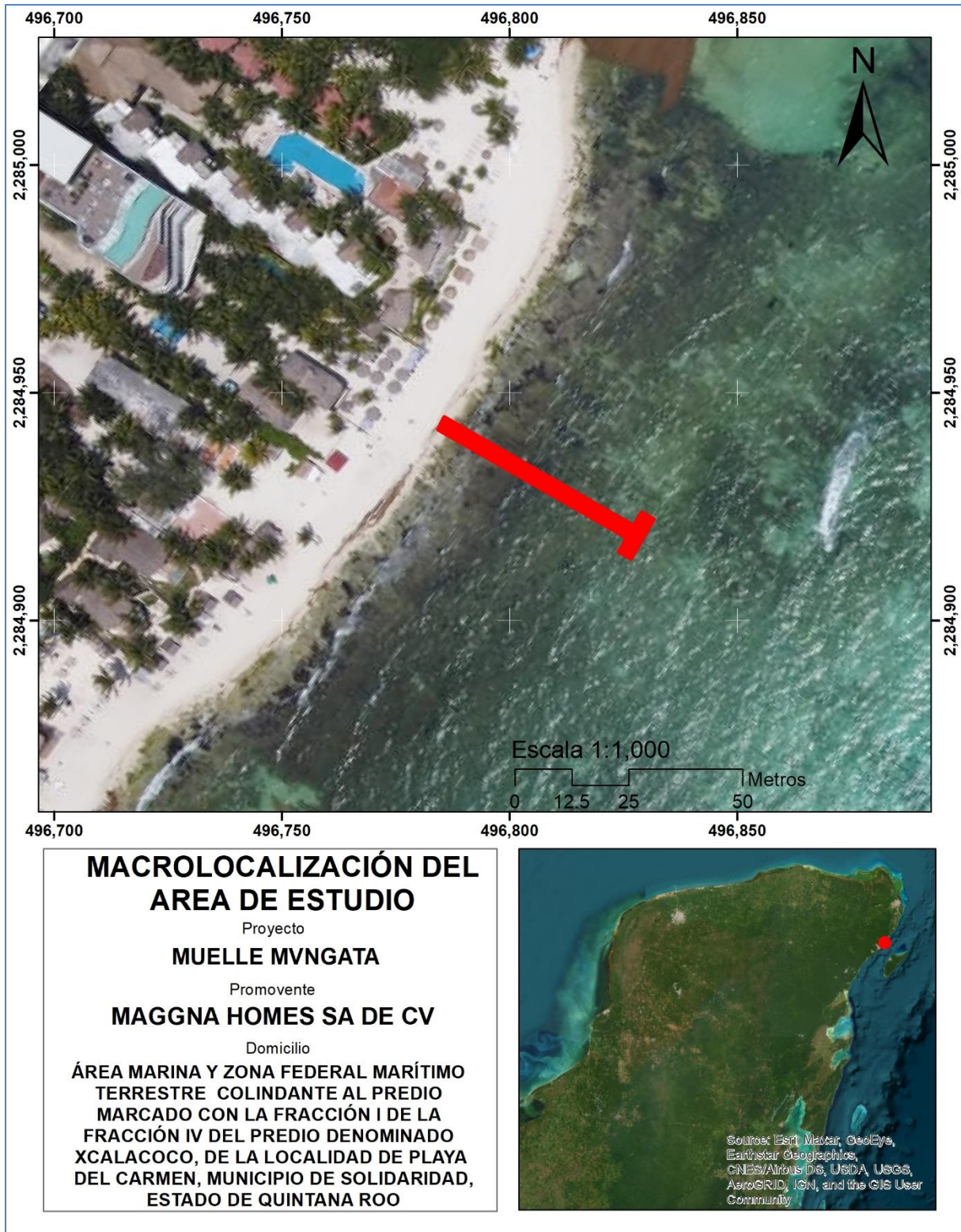
- La Zona Federal Marítimo Terrestre para el desarrollo del proyecto se seleccionó tomando en cuenta su ubicación, uso de suelo y accesibilidad. Además, por tratarse de un predio propiedad del promovente.
- La Zona Federal Marítimo Terrestre se encuentra concesionada mediante el título de concesión DGZF-0796/10 a favor de la empresa MAGGNA HOMES SA DE CV, conforme a lo establecido en la Resolución Número 1326/2016 de fecha 27 de octubre del 2016.
- El terreno donde se pretende construir el proyecto se ubica en colindancia con el Hotel MVNGATA BEACH en la zona conocida como Xcalacoco, de la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, del cual es propietario la empresa MAGGNA HOMES SA DE CV.
- Se tiene acceso al predio a través de la Carretera Federal 307, que es la vialidad principal que llega a la al sitio del proyecto y la calle de acceso al Hotel Princess.

### 2.2 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El sitio donde se pretende construir el proyecto se localiza en el área marina y Zona Federal Marítimo Terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la Fracción



IV del predio denominado Xcalacoco, de la Localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. (Figura 1).



**Figura 1.** Localización regional y local del proyecto.

La zona federal misma que se encuentra concesionada mediante el título de concesión DGZF-0796/10 tiene una superficie total de 4,7350 m<sup>2</sup> y tiene las siguientes medidas y colindancias:

- ✓ Al norte: con zona federal marítimo terrestre contigua
- ✓ Al sur: con zona federal marítimo terrestre
- ✓ Al este: con Carretera Costera Sur: con el predio marcado con la fracción I de la Fracción IV del predio denominado Xcalacoco, Hotel Hotel MVNGATA BEACH
- ✓ Al oeste: con Mar Caribe.

Ahora bien, el proyecto que se pretende desarrollar en la zona de playa (pleamar) y en el área marina, cuyas coordenadas se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Coordenadas que conforman el polígono del sitio del proyecto.

Vértice	X	Y
1	496,826.60	2,284,925.34
2	496,821.63	2,284,916.66
3	496,819.03	2,284,918.15
4	496,820.77	2,284,921.19
5	496,779.21	2,284,945.00
6	496,780.70	2,284,947.60
7	496,822.26	2,284,923.79
8	496,824.00	2,284,926.83

### 2.3 INVERSIÓN REQUERIDA.

Para la realización del proyecto “**MUELLE MVNGATA**” se consideró una inversión total de \$ 2,000,000.00 (dos millones de pesos <sup>00/100</sup>), considerando las medidas de mitigación del proyecto. En cuanto al presupuesto contemplado para las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, se tiene asignado un monto de \$150,000.00 pesos (ciento cincuenta mil pesos <sup>00/100</sup> M.N.) incluidos dentro del monto total de inversión.

### 2.4 DIMENSIONES DEL PROYECTO.

- **Superficie total del sitio del proyecto:**

La superficie que conforma la poligonal que ocupara el muelle es de 173.69 m<sup>2</sup>.

- **Superficie requerida para la construcción del proyecto:**

El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar

y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espolo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

También se menciona, que el muelle no contará con instalaciones de energía eléctrica o instalaciones hidráulicas, pero si contará con las señalizaciones correspondientes que indica la capitanía de puerto para el uso y operación de muelles.

Respecto de la superficie de aprovechamiento que se requiere para la construcción del muelle, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparan una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

La pasadera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

En el siguiente cuadro se presentan la distribución del área de aprovechamiento de los pilotes y del área de ocupación de la pasadera o plataforma de madera.

**Cuadro 2. Superficie de aprovechamiento de los pilotes**

<b>Obra</b>	<b>En Zona Federal Marítimo Terrestre m<sup>2</sup></b>	<b>Área marina m<sup>2</sup></b>	<b>Total</b>
<i>Muelle en forma de T</i>	16.20	157.49	173.69

**Cuadro 3. Superficie de ocupacion de la pasarela o plataforma de madera**

<b>Pilotes</b>	<b>Área concesionada m<sup>2</sup></b>	<b>Área marina m<sup>2</sup></b>	<b>Total</b>
<i>58 Pilotes de madera dura de la region.</i>	0.294	2.548	2.842

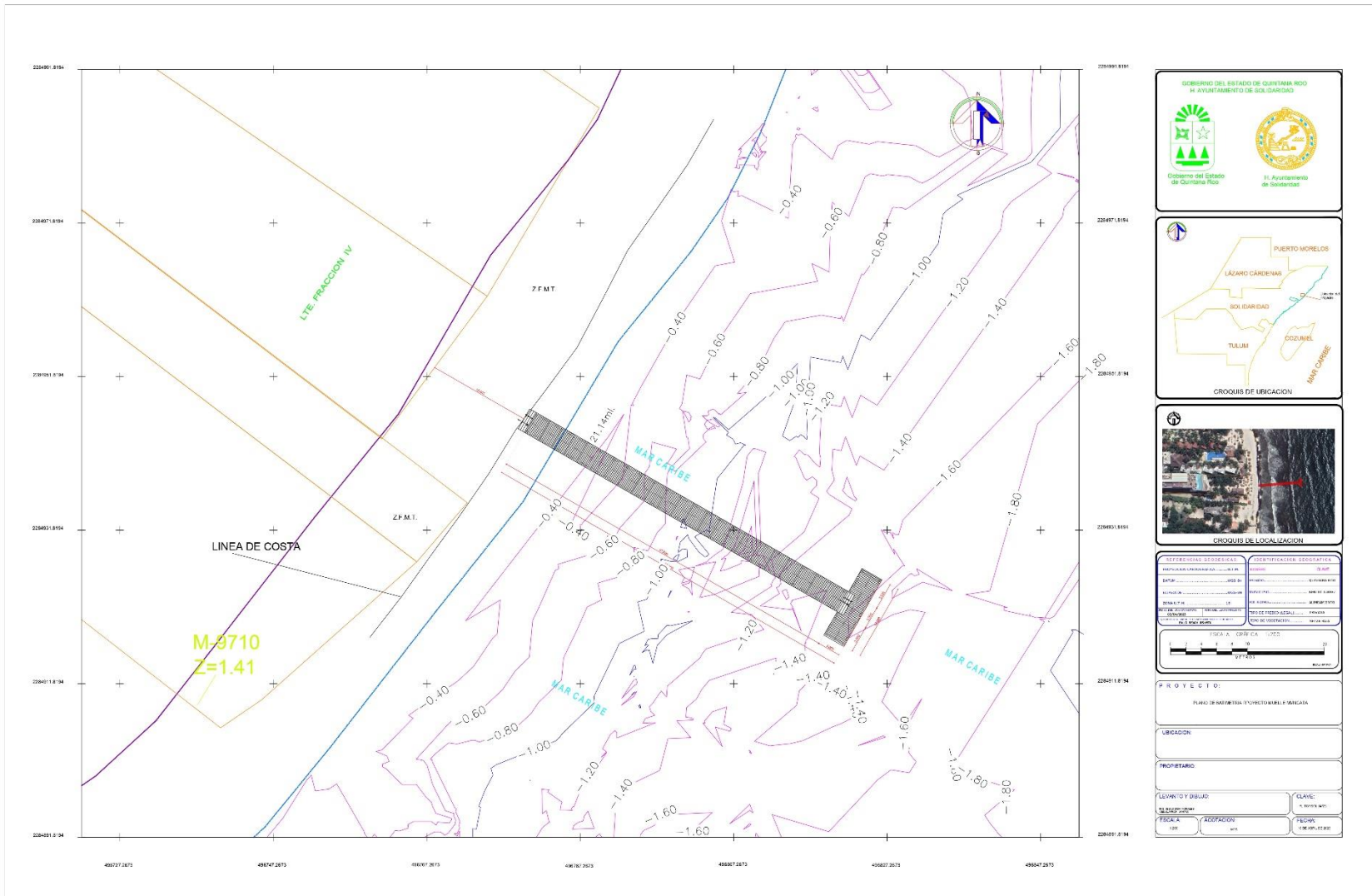


Figura 2.. Plano de conjunto del muelle.

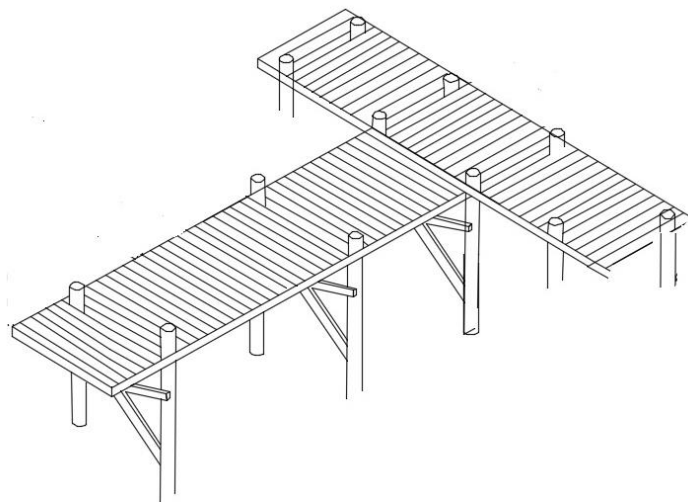
## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

A continuación, se procede a la descripción del proyecto.

**Muelle en forma T** este muelle será construido en su totalidad con madera dura de la región y con algunos elementos de acero inoxidable como clavos y tornillos para fijar la madera entre sí. El incido de los pilotes será mediante de forma manual sin utilizar ningún tipo de cementante o producto químico. Contará con una escalera al principio del muelle y otra para acceso al mar en su extremo.

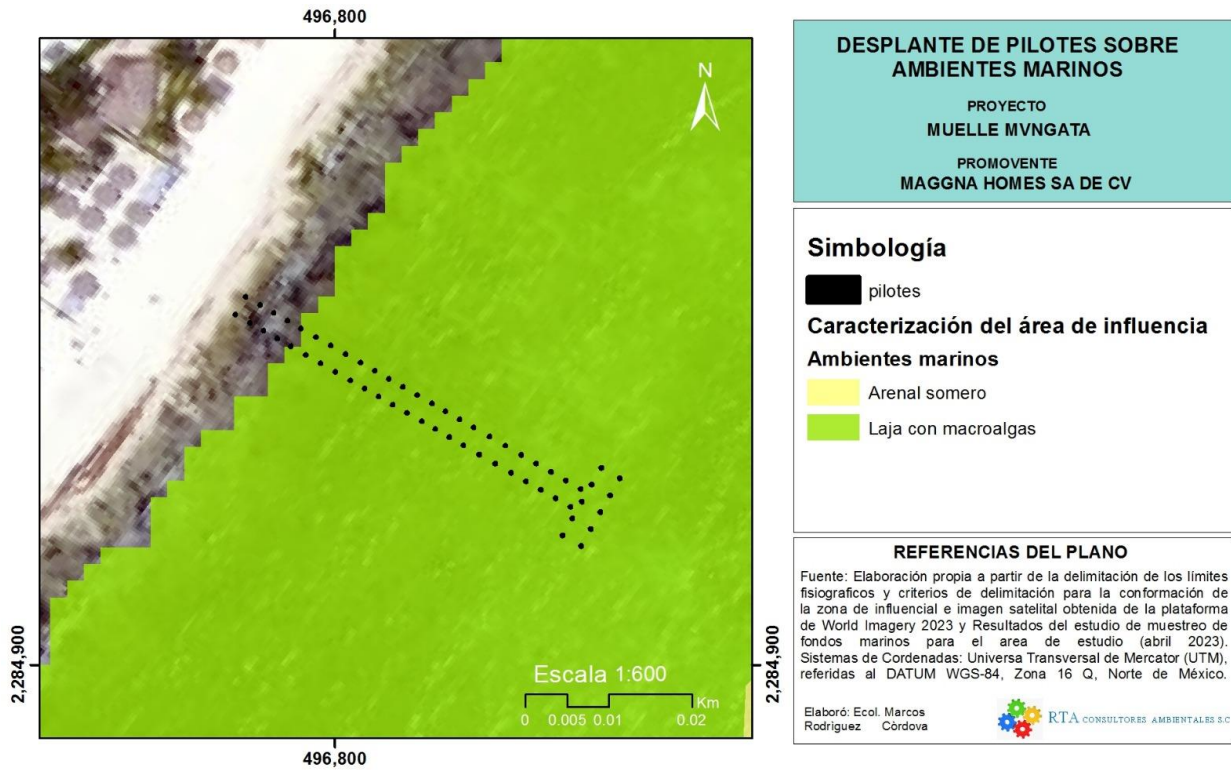
El muelle tiene un largo de 47 metros desde la pleamar hasta la bifurcación o travesaño y un ancho de 3.00 metros; el travesaño tiene un largo de 11.23 metros y un ancho de 3.000 metros.

La pasalera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar. Con respecto de la superficie de aprovechamiento, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparán una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.



**Figura 3..** Se muestra esquema general de la forma que tendrá el muelle.

Ahora bien, respecto de la superficie de desplante que ocuparan los 58 pilotes de madera dura, se requiere el aprovechamiento de una superficie de 2.842 m<sup>2</sup> de laja con macro algas, esta cobertura corresponde a un sustrato de laja sin relieve en donde dominan las algas con coberturas variables, en donde la presencia de otros grupos de organismos bénticos es escasa.



**Figura 4.** Se muestra la superficie de desplante de los pilotes respecto de la cobertura de Laja con macroalgas.

## II.2.1 Programa de trabajo

MAGNA HOMES SA DE CV, requiere de 12 meses para la construcción del proyecto; mientras que la operación de las obras se estima en 98 años, mismo que estará en función de las actividades de mantenimiento que se realicen al proyecto.

**Cuadro 4.** Cronograma de trabajo para la construcción y operación de las obras.

CONCEPTO	MESES												Año 2 al 98
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Rescate y ahuyentamiento de fauna	■												
Colocación de malla antidispersión.	■												
Hincado de pilotes de madera		■	■	■	■								
Instalación de pasarelas				■	■	■	■	■	■	■			
Colocación de señalizaciones											■		
Limpieza del área del proyecto		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Supervisión ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Operación del proyecto													■

## II.2.4 Preparación del sitio y construcción.

En este apartado se describen las actividades que se realizarán tanto en la etapa de preparación de sitio, así como en la etapa de construcción, también se describen los materiales, equipos y herramientas que se utilizarán en la construcción del proyecto.

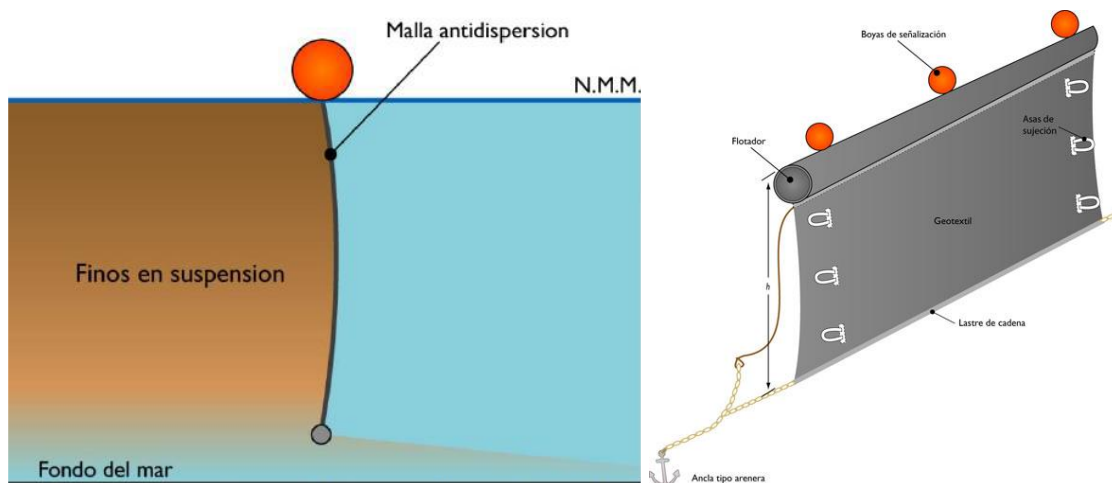
### II.2.4.1 Preparación del sitio

Previo a las actividades a realizar en el sitio, se efectuará el rescate de la fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos que se encuentren dentro del área marina. En la zona terrestre, solo se realizarán ruidos o ahuyentamiento de fauna. Es importante señalar que no se pretende realizar el rescate de vegetación ya que la zona donde se desplantará el proyecto carece de cobertura vegetal forestal.

En la zona terrestre, el área de trabajo será delimitada utilizando malla o barrera anti-dispersante o de contención de sedimentos (malla geotextil), con el objeto de evitar la dispersión de sedimentos durante el trabajo de hincado de los pilotes.

La colocación de estos tapiales y de las mallas antidispersión se realizará por personal calificado garantizando su verticalidad desde el lecho marino, sujetándola con estacas y una línea de plomos en el fondo hasta 50 cm arriba de la superficie del agua, donde se mantendrá con una línea de boyas.

Las mallas geotextiles deberán estar completas y en buenas condiciones, con lastres para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Se unirán varias mallas suturando una con otra dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas. En el caso fortuito de que la malla llegara a dañarse o romperse, se suspenderán los trabajos de construcción y se procederá a su inmediata reparación.



**Figura 5.** Se muestra la función de las mallas antidispersión para retener los sedimentos.



**Figura 6.** Se muestra a manera de ejemplo el funcionamiento de la malla antidispersión.

Para la construcción del muelle no se requiere la instalación de obras provisionales o infraestructura de apoyo como campamentos, comedor para empleados, bodegas, casetas provisionales, entre otras. Cabe mencionar que utilizarán los baños del Hotel MVNGATA para que los obreros realicen sus necesidades fisiológicas

La madera que se requiere para la construcción del proyecto, así como el equipo, herramientas y otros insumos, serán resguardados al interior del Predio del Hotel MVNGATA.

Es importante mencionar que el personal que se contrate para la construcción del muelle, será de la localidad de Playa del Carmen., a efecto de no habilitar campamentos en el sitio.

#### II.2.4.2 construcción.

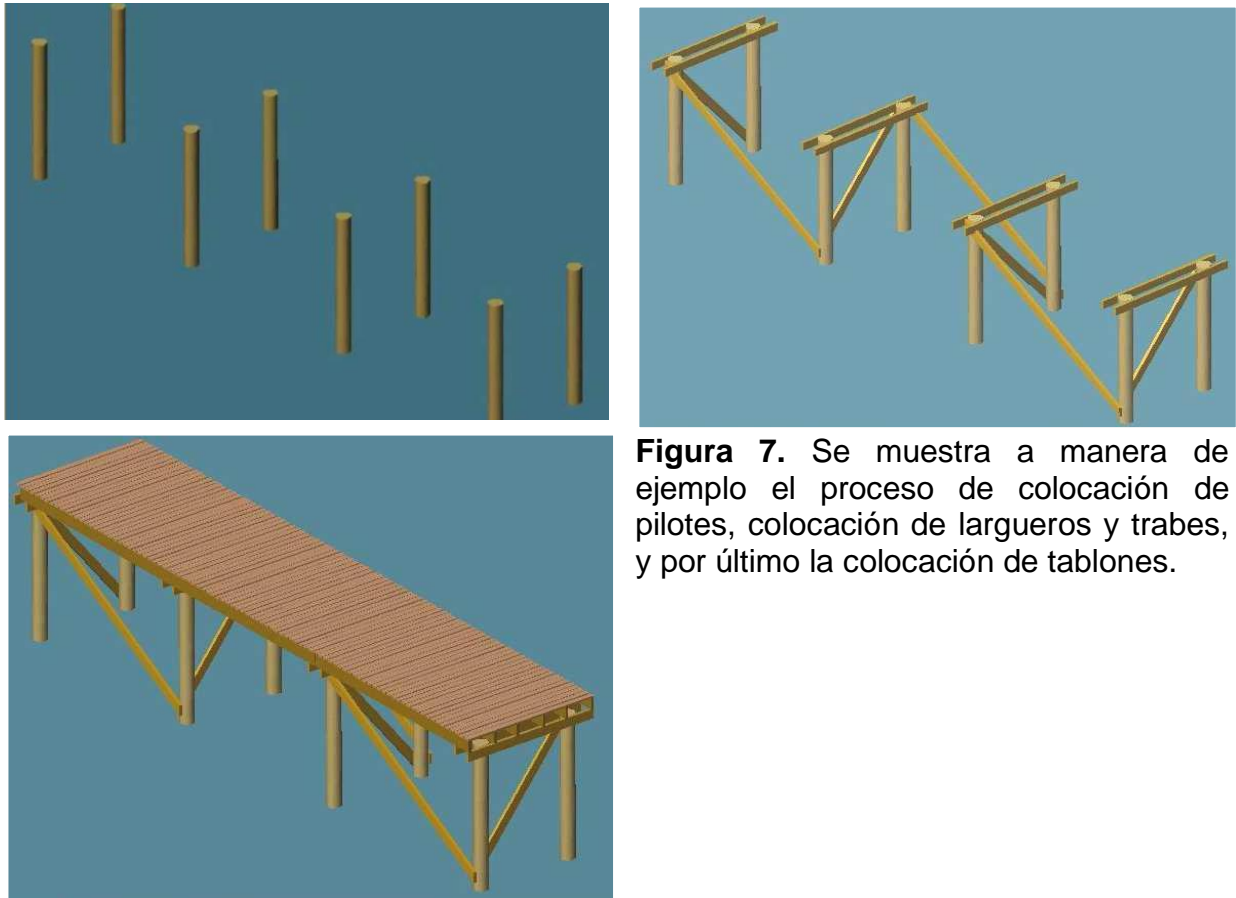
Para la construcción de las obras e instalaciones, se iniciará con el hincado de pilotes, que soportaran las estructuras, armado de la estructura mediante el uso pernos galvanizados, colocación de cargadores, largueros y tablonés, colocación de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y señalizaciones. Una vez que se finalice con la construcción, de procederá al retiro de malla geotextil, andamios y las señalizaciones de seguridad.

Se utilizarán pilotes de madera de pino de 20 cm, 30 cm y 40 cm de diámetro. Estos serán sembrados sobre el terreno natural y en el fondo marino hasta encontrar terreno firme. El hincado será por medio del uso de motobomba, con la cual se inyecta agua a presión al fondo marino para el procedimiento del hincado, se colocan andamios formando un cuadro alrededor de pilote a hincar y por medio polispastos se eleva el pilote para ponerlo en posición. Estos serán hincados entre 2 y 3 m dependiendo del sondeo de subsuelo

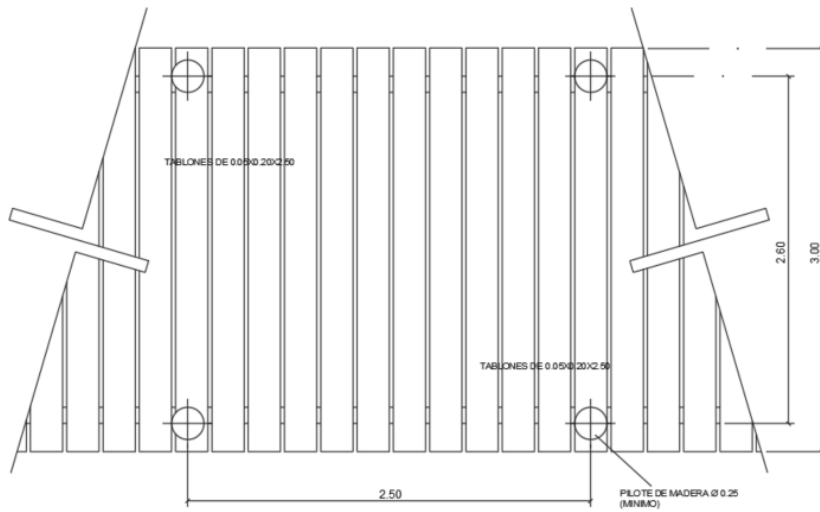
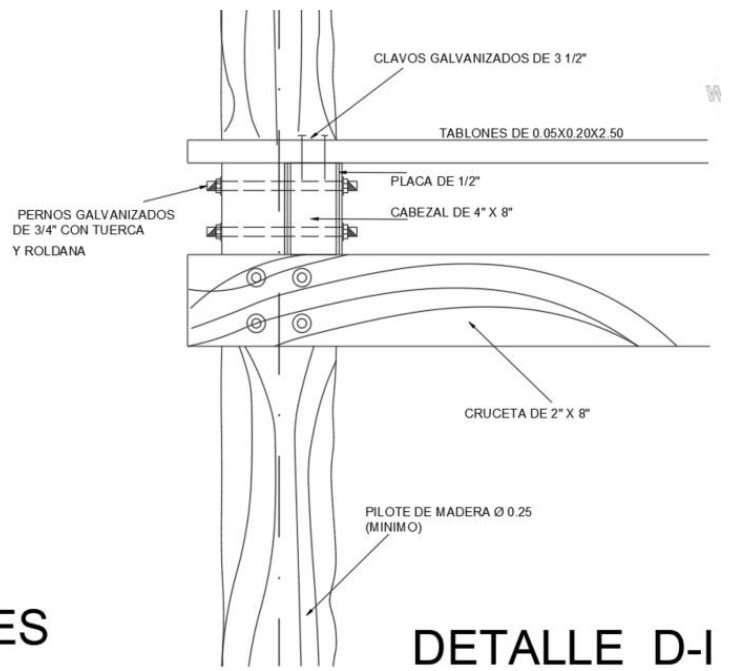
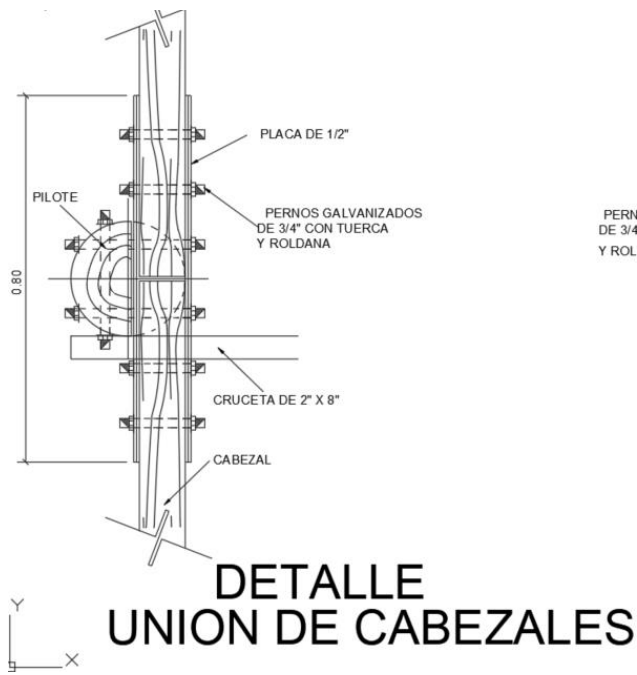


que se realice. Los pilotes estarán distribuidos a cada 2.5 m de distancia de manera lineal y a cada 2.00 m de manera paralela entre sí.

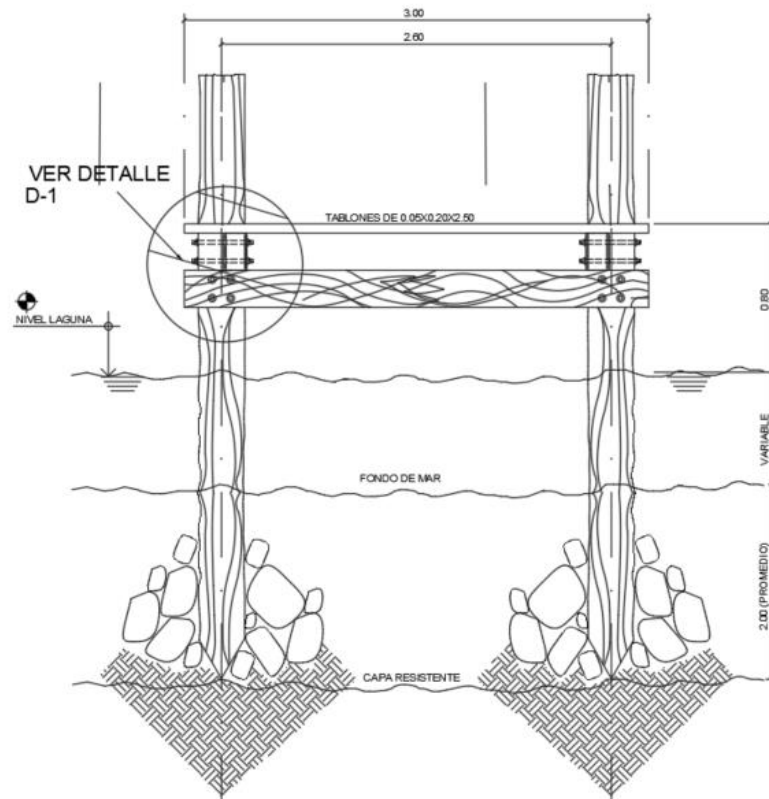
Una vez que los pilotes estén anclados al suelo, se colocaran las crucetas y las vigas que también serán de manera, posteriormente se colocara los tablones para conformar la pasarela de muelle y del atracadero, a la par de estas actividades se colocaran las señalizaciones conformé a lo establece la capitanía de puerto.



**Figura 7.** Se muestra a manera de ejemplo el proceso de colocación de pilotes, colocación de largueros y traves, y por último la colocación de tablones.



**Figura 8.** Se muestra detalles de proceso de confirmación del muelle.



**Figura 9.** Se muestra detalles del esquema general del muelle.

Cabe mencionar que el suministro eléctrico requerido para en la etapa de construcción para la operación del taladros, sierras y otros equipos electros, será suministradas desde el hotel, sin embargo, no anticipa el uso de una planta generadora de energía.

En el cuadro siguiente se presenta el listado de materiales e insumos que se requeridos para la construcción del proyecto:

**Cuadro 5.** Materiales necesarios para todas las obras del proyecto.

Materiales	Cantidad	Unidad
Pilotes de madera dura de la región	58	Pza.
Columnas de pérgolas de madera dura	18	Pza.
Columna redonda de madera	80	Pza.
Viga de 10x5 de madera	120	Pza.
Viga de 140x140	120	Pza.
Viga de pérgola de 10x20	90	Pza.
Viga de pérgola de 20x20	90	Pza.
Tablones de madera	850	Pza.
Clavos de acero	30	Kg.
Tornillos de acero de 5 pulgadas		
Alambre de acero	15	Kg

Para la realización de las obras que se pretende desarrollar, los equipos y maquinaria que se prevé utilizar son mínimas, ya que las actividades en su mayoría serán de manera manual, en entre los equipos y herramientas a utilizar, se encuentran motobombas, motosierras y taladros.

**Cuadro 6.** Equipo requerido para la construcción de las obras.

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
Planta generadora de energía	1
Motobomba	1
Taladros	4
Motosierras	2
Poleas, cuerdas y cadenas para el hincado de los pilotes	3
Andamios	2
Compresor	1
Equipo de buceó	2

La totalidad de la mano de obra provendrá del poblado de la ciudad de Playa del Carmen. A continuación, se relaciona el personal requerido por especialidades, el cual ascenderá a 15 trabajadores.

**Cuadro 7.** Mano de obra requerida.

<b>Oficios</b>	<b>Cantidad</b>
Carpintería	3
Ayudantes en general	8
Buzo	4
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

### **II.2.5 Operación y mantenimiento.**

Durante el tiempo de vida útil del proyecto se dará un mantenimiento permanente, el cual consistirá en el remplazo de aquellas partes de madera del muelle, que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse; así mismo se revisarán periódicamente las señalizaciones.

### **II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**

En función del tipo de proyecto y los materiales de construcción utilizados, la vida útil se considera como permanente, por lo que no existe proyecto para su abandono del sitio, para referenciarlo se estima que la vida útil de este tipo de instalaciones es de más de 98 años, quedando la duración supeditada al mantenimiento que se le realice a lo largo de su vida útil. Es importante señalar que durante la operación del proyecto se contemplan actividades de mantenimiento y rehabilitación que consistirán en la sustitución de aquellos pilotes o maderas que se deterioren por el uso de las instalaciones.

Es importante señalar que, si en algún momento la promovente considera el abandono del proyecto o al final de su vida útil, se presentará a la autoridad un programa de abandono del sitio para su evaluación.

## **II.2.7 Residuos.**

En el Programa de Manejo de Residuos del proyecto, que se presentará de manera posterior a la obtención de la autorización de impacto ambiental, se describirán los diferentes tipos de residuos que se generarán en las diferentes etapas (etapa de preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento), así como las acciones que se realizarán para brindar un manejo adecuado de los mismos; el tipo de infraestructura que se implementará; así como los sitios de disposición final.

No obstante, a lo anterior, a continuación, se presenta una breve reseña del de los diferentes tipos de residuos que se generan en las diferentes etapas del proyecto:

### II.2.7.1 Residuos Sólidos urbanos

Entre los residuos sólidos urbanos se identifican aquellos de naturaleza orgánica, como son los Residuos de alimentos, frutas, verduras y sus cáscaras, residuos de jardinería; mientras que respecto a los residuos inorgánicos se anticipan textiles, envases multicapa, cartón, madera, metales ferrosos, metales no ferrosos, aluminio, papel, plásticos, botellas y envases de vidrio, así como residuos sanitarios, los cuales se generarán en las diferentes etapas del proyecto.

Se generarán residuos por la presencia de los trabajadores en el área del proyecto, los residuos serán orgánicos e inorgánicos de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de platos desechables y alimentos. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa.

La disposición final de todos estos residuos sólidos será de acuerdo a lo indicado por la autoridad municipal competente. En el área concesionada, se colocarán tambos diferenciados por color para acopiar estos desechos y facilitar su reciclaje.

### II.2.7.2 Residuos de manejo especial

Aguas residuales: Las aguas residuales que se generen a lo largo de la preparación del sitio y del proceso constructivo, serán canalizadas a través de los baños del Hotel MVNGATA e., ubicado en colindancias del sitio del proyecto. Es importante señalar, que las personas que utilicen las instalaciones que se someten a evaluación de impacto ambiental utilizarán los baños o sanitarios que ya cuenta el Hotel MVNGATA, por lo que se anticipa que en proyecto no abra generación de aguas residuales.

Residuos de la construcción: Se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación de los andadores, pasarelas, tales como restos de madera y metales ferrosos

### II.2.7.3 Residuos Peligrosos

Durante la construcción del proyecto, se utilizarán equipos como motosierras que operan o funcionan con hidrocarburos tales como aceites lubricantes y gasolina, por lo que existe la posibilidad de que se generen residuos peligrosos, como estopas impregnadas y contenedores vacíos de este tipo de sustancias.

Son considerados residuos peligrosos las estopas, trapos, papel o cartón impregnados con grasas, aceites quemados, gasolina o diésel, así como los envases que contienen restos de dichas sustancias. Con la finalidad de prever cualquier situación de riesgo por la disposición inadecuada de este tipo de residuos, se colocarán contenedores diferenciados mediante rótulos para el depósito exclusivo de todo tipo de estopas, trapos o papeles impregnados de grasas, aceites, gasolina o diésel, mismos que serán entregados, periódicamente, a los servicios de transporte de residuos que cuenten con registro actualizado emitido por la SEMARNAT para realizar dicha actividad. Es importante señalar que en caso que se generen residuos peligrosos, estos serán mínimos, no obstante, se tomarán las medidas de prevención para su manejo adecuado y confinamiento seguro.

### II.2.7.4 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Como parte de las medidas que se proponen la implementación de un Programa de Manejo de Residuos, en el que se describe una serie de acciones y estrategias, así como la infraestructura que se implementará e instalará para el manejo adecuado de los residuos, así como el destino final que se les dará los mismos, en las diferentes etapas del proyecto. Este programa se aplicará en las distintas etapas del proyecto.

No obstante, a continuación, se describe de manera general las medidas que se aplicarán para el manejo de los residuos que se generan en las distintas etapas del proyecto.

En la etapa de preparación del sitio y construcción se colocarán contenedores diferenciados en orgánicos e inorgánicos, también se colocarán contenedores diferenciados que permitan la recuperación por separado de los subproductos con potencial de reciclaje, y de igual manera se colocarán aquellos que permitan la recuperación diferenciada de los residuos peligrosos. En estas etapas se habilitarán sitios para el acopio temporal de los mismos, particularmente los residuos derivados de cortes de madera y zacate.

En la etapa de etapa de operación, se prevé que no se generen residuos sólidos urbanos, solo se prevé la generación de residuos derivados de la etapa de mantenimiento, tales como madera y metales productos de los cambios de tablones y tornillos etc. Los cuáles serán acopiados y resguardados en un área confinada al interior de las instalaciones del Hotel MVNGATA ., para su entrega al servicio de recolección municipal, mientras que los residuos inorgánicos no valorizados y los residuos orgánicos serán enviados al relleno sanitario del Municipio Solidaridad, a través del servicio de recolección municipal.

SE anticipa que no abra generación de residuos peligrosos en ninguna de las etapas, sin embargo, se tomaran las medidas adecuadas para el manejo de este tipo de residuos en virtud de que en la etapa de construcción se prevé el uso de máquinas de combustión interna, que puedan requerir algún tipo de ajustes.

### **II.2.8 Generación de gases efecto invernadero**

Debido a la naturaleza del proyecto, en la única etapa que se prevé la generación de emisiones a la atmósfera en forma de polvos, partículas y humos será en la etapa de construcción, ya que durante esta etapa se utilizarán motosierras para el corte de la madera lo que se liberarán a la atmósfera emisiones propias de la combustión de los hidrocarburos. Los productos de combustión de la gasolina, dada su naturaleza tienen una composición variable y es difícil de precisar, sin embargo, son asociados a este proceso los gases de  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $SH_2$ ,  $NO_2$  y  $NO_3$ , además de residuos carbonosos y de CO. Para mitigar estos impactos, se implementarán las medidas necesarias las cuales serán descritas más adelante en capítulos posteriores de este mismo documento.

# **CAPÍTULO III**

## **VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**



## **1. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.**

El proyecto de “MUELLE MVNGATA”, se pretende desarrollar solo en la franja costera del sitio del proyecto en cuestión, por lo que se ubica en un ambiente costero y le son aplicables al proyecto diversos preceptos legales contenidos en los instrumentos normativos y de planeación.

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

### **1.1 ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS DEL PROYECTO.**

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

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Puertos.
- Ley de Bienes Nacionales.
- Ley General de Cambio Climático.

#### **1.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

Las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto se pretenden realizar en la zona federal marítimo terrestre que fue concesionada y en el área marina, por lo que se podría causar impactos sobre los recursos naturales.

Tomando en cuenta lo anterior, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto “MUELLE MVNGATA” para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

De acuerdo con lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28, fracciones I, IX y X; y en el Artículo 5° incisos, A), Q) y R del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental; los muelles, los desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros y las obras y actividades en lagunas,

deberán ser sometidos al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental competente.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente las disposiciones legales aplicables al mismo.

**“Artículo 5.-** *Son Facultades de la Federación:*

...X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes...”

**“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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

*I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos*

*IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*

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

**“Artículo 30.-** *Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

**“Artículo 35.-** *Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*

*Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*Asimismo, para la autorización a que se refiere este Artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.*

*Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

*I.- **Autorizar la realización** de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*

*II.- **Autorizar de manera condicionada** la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista,  
o*

*III.- **Negar la autorización solicitada.***

*La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate”.*

*“**Artículo 35 Bis.**- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.*

*La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.*

*Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.*

### **1.1.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

*“**Artículo 4.**- Compete a la Secretaría:*

*I.- **Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...**”*

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

*A) Hidráulicas III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;*

*Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.*

*R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales y zona federales.*

**“Artículo 49.-** *Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.*

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto y su operación, es importante manifestar que éste cumplirá con los preceptos legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La Manifestación del proyecto MUELLE MVNGATA, de acuerdo con el **Artículo 11** del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, es de modalidad Particular, ya que:

- No se trata de obras de parques industriales, acuícolas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas.
- No se afectará ningún tipo de región ecológica y,
- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional a desarrollar, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En relación con la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA, y el inciso O del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, que están relacionadas con el cambio de uso de suelo de áreas forestales, el proyecto no requiere autorización en materia de cambio de uso de suelo de áreas forestales, en virtud de que en el área donde se pretende su instalación, no se desarrolla vegetación forestal, selvas, o terrenos forestales.

En el artículo 7 fracción V de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cambio de uso de suelo se define como:

**V. Cambio de uso de suelo de terreno forestal:** *La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;*

De esta definición se deriva el término “terreno forestal”, que la misma ley lo define como:

**XLII. Terreno forestal:** *El que está cubierto por vegetación forestal;*

Asimismo, se define la “vegetación forestal” como:

**XLVIII. Vegetación forestal:** *El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;*

Estos términos no son aplicables al área del proyecto de interés, dado que en este se localiza en la zona marina del Mar Caribe y Zona Federal Marítimo Terrestre; esto es una zona comprendida entre la pleamar, pasando por la línea de costa, la zona de rompiente de las olas, hasta internarse aproximadamente 50 m mar adentro, lo cual corresponde al límite del muelle rústico de madera en forma de T que se pretende instalar.

### 1.1.3 Ley general de Bienes Nacionales.

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

Cuadro 1. Artículos vinculantes del proyecto con respecto a la Ley General de Bienes Nacionales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p>ARTÍCULO 4.- Los bienes nacionales estarán sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señalen las leyes respectivas. Esta Ley se aplicará a todos los bienes nacionales, excepto a los bienes regulados por leyes específicas. Respecto a estos últimos, se aplicará la presente Ley en lo no previsto por dichos ordenamientos y sólo en aquello que no se oponga a éstos.</p>	<p>Parte de las actividades del proyecto se llevarán a cabo en bienes nacionales, por lo que se dará cumplimiento a todas las disposiciones que resulten aplicables en la materia, particularmente en los trámites de obtención de permisos, autorizaciones y concesiones para realizar actividades en tales bienes.</p>
<p>ARTÍCULO 7.- Son bienes de uso común: [...]                      III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar;                       IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales;</p>	<p>En esta disposición se identifican los bienes sobre los que se llevarán a cabo las actividades que se proponen, por lo que la promovente se sujetará a la regulación y normatividad aplicable a dichos bienes nacionales.</p>

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
V.- La zona federal marítimo terrestre;	
ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará: I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba; [...]	Para llevar a cabo las obras y actividades planteadas por el proyecto, se está solicitando su permiso para llevar a cabo estas en la zona federal marítimo terrestre, particularmente por lo que se refiere al arranque del muelle.

#### 1.1.4 Reglamentos de las Leyes.

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

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

Cuadro 2. Vinculación con el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

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

las que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos [...]	
--	--

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

Los instrumentos normativos de carácter ambiental que son vinculantes al proyecto “MUELLE MVNGATA” y los instrumentos de planeación ambiental que regulan el ordenamiento urbano y ecológico del territorio aplicable al Municipio de Solidaridad, son los siguientes:

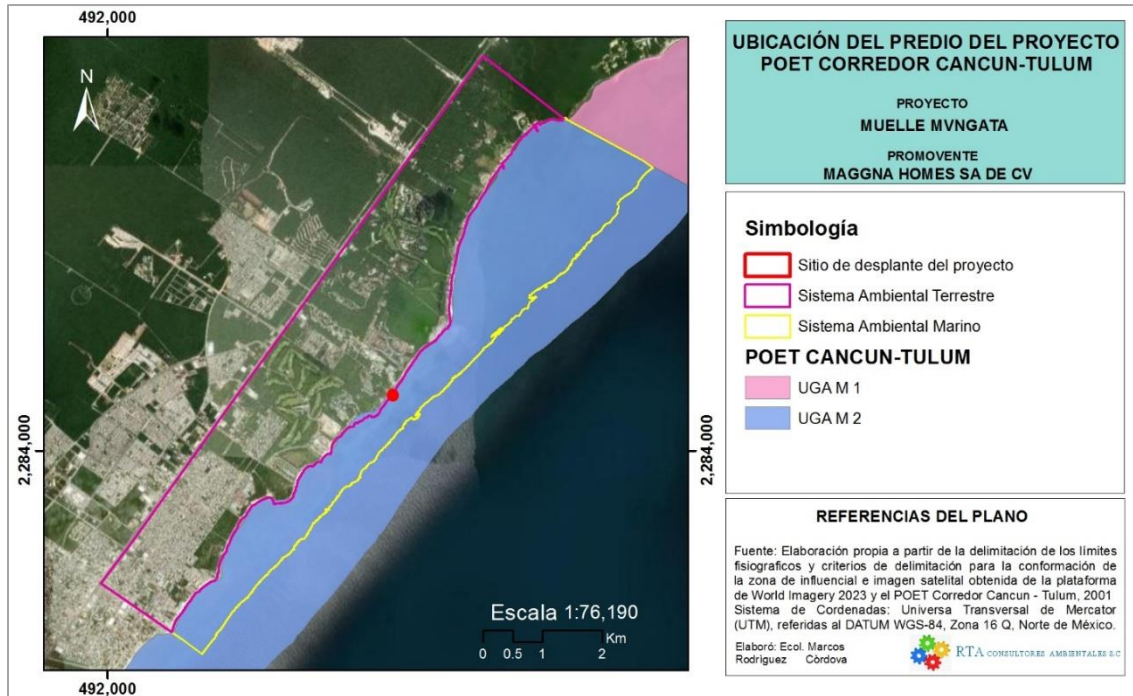
1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada corredor Cancún – Tulum 2001.
2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 29 de mayo de 2009.
3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).
4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población Playa del Carmen, 2010.
5. Decretos de Áreas Naturales Protegidas.
6. Marco Normativo (Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas de aplicación directa al proyecto).
7. Normatividad y legislación aplicable a la zona de manglar debido a la distancia a la que se encuentra.
8. Regiones Prioritarias.

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

## **1.3 . ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS LOCALES DECRETADOS.**

### **1.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada corredor Cancún – Tulum 2001.**

Poe su ubicación, al proyecto MUELLE MVNGATA, le son aplicables los criterios de regulación ecológica del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Cancún-Tulum publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre del 2001, los cuales corresponden a la UGA M2, denominada Litoral costero, con política de Conservación /3, y permite el uso de las actividades marinas. Por lo que a continuación, se procede a la vinculación del proyecto, con dicho instrumento normativo.



**Figura 1.** Ubicación del área del proyecto de acuerdo a la delimitación de Usos de Suelo del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Cancún-Tulum, 2001.

A continuación se procede con la vinculación del proyecto con los criterios ecológicos que establece la UGA M2.

USO	No.	Criterios	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.	El proyecto propuesto no conlleva la utilización de embarcaciones para actividades pesqueras comerciales por lo que este criterio no aplica.
APS	2	Queda prohibido el uso de químicos o aparato electrónicos y mecánicos para la captura de animales marinos de ornato.	El proyecto no contempla actividades de captura de animales marinos, por lo que este criterio no aplica.
C	6	Durante las obras de canalización y dragado, se utilizarán mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos.	En el proceso de construcción del muelle, el hincado será por medio del uso de motobomba, con la cual se inyecta agua a presión al fondo marino para el procedimiento del hincado, se colocan andamios formando un cuadro alrededor de pilote a hincar y por medio polispastos se eleva el pilote para ponerlo en posición, y el apuntalamiento del mismo con rocas de la región, no obstante, se prevé como medida principal la colocación de una malla para evitar la dispersión de



USO	No.	Criterios	Vinculación
			sedimentos que se puedan generar por acciones buceo.
EI	30	La instalación de marinas está sujeta a la autorización de impacto ambiental.	El muelle como tal no corresponde a una marina, ya que no se tiene previsto para embarcaciones, no obstante, conforme a las atribuciones señaladas en el artículo 28 de la LGEEPA y su reglamento en materia de impacto ambiental, se somete el proyecto a evaluación de impacto ambiental para obtener la autorización correspondiente.
EI	31	La instalación de marinas deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	Como se ha señalado, muelle como tal no corresponde a una marina, no obstante, el proyecto no pretende realizar modificaciones al litoral, ni tampoco prevé la afectación de la calidad del agua del mar, por lo que se dará cumplimiento a lo señalado en este criterio.
EI	32	La instalación de marinas estará supeditada los estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos.	En apego a este criterio, en el capítulo 4 de la presente MIA-P, se presentan las características geo hidrológicas de la zona de influencia directa del área de desplante del proyecto, así como las condiciones batimétricas de la zona del proyecto.
EI	33	La construcción de los muelles estará sujeta a estudios geo hidrológicos especiales y apego a normas internacionales.	
EI	34	La construcción de muelles permanentes deberá garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina.	El proyecto no pretende realizar modificaciones al litoral, ni tampoco prevé la afectación de la calidad del agua del mar, por lo que se dará cumplimiento a lo señalado en este criterio.
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.	En ningunas de las etapas del proyecto, no se pretende el uso de aceite quemado para el tratamiento de la madera del muelle.
FF	3	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos.	Como parte de las medidas propuestas para las actividades de construcción, se implementará un Programa de Rescate de Fauna, en el cual se establece las acciones para evitar la afectación de fauna en la zona del proyecto.

USO	No.	Criterios	Vinculación
FF	22	Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.	El proyecto no considera la introducción de especies de flora y fauna exóticas invasivas.
FF	25	Se prohíbe la alteración y remoción de pastos del fondo marino.	La zona donde se proyecta realizar la instalación de los pilotes de madera corresponde a un área correspondiente a Laja con Macro algas, misma que de acuerdo las condiciones de la zona corresponden a un sustrato de laja sin relieve en donde dominan las algas con coberturas variables, en donde la presencia de otros grupos de organismos bénticos es escasa.
FF	26	Se prohíbe el uso de explosivos, dragados y construcciones cercanas a arrecifes y manglares.	En ninguna de las etapas del proyecto se tiene previsto el uso de explosivo y dragado. Que en la zona cercana al sitio de proyecto no se tiene registro de a arrecifes y manglares.
FF	27	La ubicación y construcción de puntos de anclaje estará sujeta a estudios específicos.	El proyecto no pretende realizar actividades de anclaje para el resguardo de embarcaciones.
FF	28	No se permitirá el anclaje de embarcaciones en un radio menor de 35 m inmediatos al arrecife.	
FF	29	El anclaje de embarcaciones solo se permitirá en zonas de arenas y ceibadales.	
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.	La zona del proyecto no corresponde a zona arrecifal, por lo que este criterio no aplica.
FF	31	Se prohíbe la construcción de estructuras promotoras de playa en forma de espigón	El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones.  Así mismo, cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del

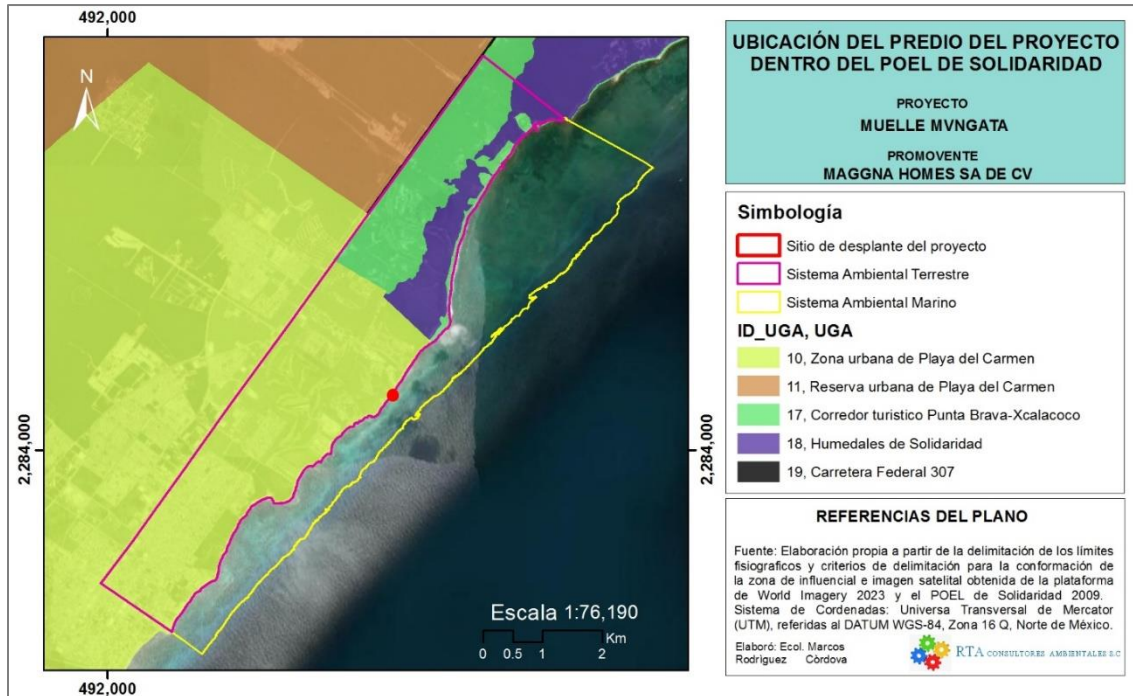
USO	No.	Criterios	Vinculación
			<p>espero de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.</p> <p>En este sentido, el proyecto no pretende la instalación de espigones o alguna estructura promotora de playa.</p>
FF	34	<p>En zonas donde exista la presencia de especies incluidas en la NOM ECOL-0591994, 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.</p>	<p>En el área de desplante de proyecto, no se registraron especies bajo algún estatus de protección. En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.</p>
MAE	2	<p>Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.</p>	<p>Para dar cumplimiento a este criterio, se aplicarán los programas de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de los ecosistemas.</p>
MAE	6	<p>Se prohíbe el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.</p>	
MAE	56	<p>Se prohíben las actividades recreativas marinas en el periodo de anidación de tortugas desde el ocaso hasta el amanecer.</p>	<p>La zona de playa donde se sitúa el proyecto no corresponde a sitios de anidación de tortugas, de hecho, el sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Tortugas Marinas del municipio de Solidaridad, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios, sin embargo, se acatará lo dispuesto en el presente criterio, restringiéndose el horario de operación del muelle rústico solamente del amanecer al ocaso.</p>

USO	No.	Criterios	Vinculación
TU	6	La visita a las áreas arrecifales deberá estar sujeto a estudios específicos.	Estos criterios no son vinculantes al proyecto, toda vez que no se contempla realizar actividades deportivas, recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial, así como tampoco se prevé el uso de kayak o pedalones.
TU	7	Se prohíbe la utilización de embarcaciones motorizadas en caletas y cenotes costeros.	
TU	8	Las actividades náuticas deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales.	
TU	9	No se permite el acuaticaje de hidroaviones.	
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.	El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.
TU	20	No se permitirá el uso de plataformas o embarcaciones para fines de buceo y esnorqueleo masivos.	
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.	
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).	En el área de desplante de proyecto, no se registraron especies bajo algún estatus de protección. La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.  La única actividad recreativa que se pretende con la construcción del proyecto, es de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, con la construcción del muelle se pretende proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas, ya que la zona de playa presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.
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.	
TU	29	Se prohíbe tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse de las formaciones arrecifales.	
TU	30	En el buceo libre, autónomo y la natación se prohíbe el uso de guantes y cuchillo.	
TU	33	En los canales de acceso a las lagunas arrecifales no se permiten ningún tipo de actividades recreativas, culturales,	

USO	No.	Criterios	Vinculación
		de esparcimiento, de superficie o subacuáticas diurnas o nocturnas.	
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	
TU	36	Deberán señalizarse los canales de acceso a las lagunas arrecifales.	
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.	En el proyecto no se llevarán a cabo actividades de mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas, ya que las actividades de mantenimiento de las embarcaciones se llevarán a cabo en Puerto Calica.
TU	38	Queda prohibida la navegación de embarcaciones de motor de 1.5 o más metros de calado en las lagunas arrecifales.	Se considera que estos criterios no son aplicables al proyecto, toda vez que este tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espero de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.
TU	40	Se prohíbe dar alimento a la Fauna silvestre.	
TU	41	Se prohíbe el uso de motores de dos tiempos en actividades turísticas marítimas.	
TU	42	Se prohíbe el uso de plataformas marinas, o artefactos que funcionen como tales.	

### 1.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el sitio de interés se ubica en la UGA 10, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 denominada Zona Urbana de Playa del Carmen, con política de aprovechamiento urbano y sujeta a lo que establezca el PDU vigente (Figura 2).



**Figura 2.** Ubicación del área del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, 2009.

El sitio del proyecto se encuentra en un centro de población, y por tanto le son aplicables los criterios de regulación ecológica de carácter urbano (CU) conforme lo establece en el numeral 2.5 “Criterios de Regulación Ecológica”- del ordenamiento legal en comento, los cuales son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los sitios particulares.

A continuación, se presentan las características de la UGA 10, Zona Urbana de Playa del Carmen y los criterios que le aplican, asimismo se describe la forma en que se les dará cumplimiento.

**Cuadro 3.** Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el sitio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental		10
<b>Nombre</b>	Zona Urbana de Playa del Carmen	
<b>Política ambiental</b>	Conservación	
<b>Vocación de uso de suelo</b>	Urbana.	
<b>Usos condicionados</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del “fuego y del agua” (P.O. 29 de mayo de 2008).	
<b>Usos incompatibles</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013,	

Unidad de gestión ambiental		10
Nombre	Zona Urbana de Playa del Carmen	
	Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del "fuego y del agua" (P.O. 29 de mayo de 2008).	
Criterios de regulación ecológica	Uso	CRITERIOS DE REGULACIÓN APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS
	Urbano	1 al 33
	Uso	CRITERIOS ESPECIFICOS
	Urbano	39,79, 95, 98, 103, 104,105, 106

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El presente proyecto se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente. La presente Manifestación de Impacto Ambiental se somete a consideración de esa H. Autoridad en materia de impacto ambiental para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28, fracciones IX y X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, y al Artículo 5 incisos Q y R del Reglamento de la Ley en materia de Impacto Ambiental.
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El sitio solo posee individuos dispersos de <i>Cocos nucifera</i> y en su mayor parte está desprovisto de vegetación, por lo que no se registraron ejemplares susceptibles de rescate.  De acuerdo con las condiciones de alta perturbación del sitio, no se llevarán a cabo acciones de rescate de vegetación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-03	<p>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicarse determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>El sitio solo posee áreas con individuos dispersos de <i>Cocos nucifera</i>, estando en su mayor parte desprovisto de vegetación, por lo que no ofrece hábitats esenciales para el establecimiento de fauna.</p> <p>Durante los recorridos realizados dentro del sitio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron tres especies de aves <i>Calidris minutilla</i> (Playero), <i>Larus atricilla</i> (Gaviota reidora) y <i>Pelecanus occidentalis</i> (Pelicano pardo), los cuales responden fácilmente al ruido y por tanto pueden desplazarse fácilmente por sus propios medios.</p> <p>En caso de registrar ejemplares de lento desplazamiento, se llevarán a cabo acciones de rescate de acuerdo con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a este estudio.</p>
CU-04	<p>Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.</p>	<p>El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región, por lo que la selección de su ubicación en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, no se han considerado áreas verdes por lo que este criterio no se considera vinculable con el proyecto.</p>
CU-05	<p>Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región, por lo que la selección de su ubicación en la zona marina y zona federal marítimo terrestre obedece a su naturaleza.</p>



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		Dadas las características rústicas y dimensiones del proyecto no se anticipa la fragmentación de ecosistemas o el aislamiento de poblaciones.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el sitio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	El proyecto no contempla realizar actividades de remoción de vegetación o despalme del suelo.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Dada la naturaleza del proyecto, no se pretende la instalación de drenaje pluvial toda vez que se trata de un muelle rustico muelle rústico de madera dura de la región.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Los materiales que se utilicen para la construcción del proyecto provendrán de comercios legalmente establecidos.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de plagas y pestes, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla el desarrollo de actividades que requieran agroquímicos.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del sitio, ni sobre la	Durante la instalación del proyecto se espera generar residuos sólidos, y de manejo especial, los cuales

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	serán manejados de acuerdo con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos que forma parte de la presente MIA-P (Anexo 3).
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	No se tiene prevista la instalación de campamentos de construcción en el proyecto. Sin embargo, se prevé que los trabajadores cuenten con agua potable y sanitarios, el cual estará ubicados en el predio del hotel. De la misma manera, se llevará un reglamento para el manejo de los residuos y se tendrá una estrategia para la atención de fenómenos hidrometeorológicos.
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de sitios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	En el proyecto no se tiene previsto utilizar fuego para la limpieza del terreno, ni para la disposición de residuos sólidos urbanos.
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	No se pretende la generación de residuos peligrosos, en caso de generarse, se dispondrán de manera adecuada y conforme a la legislación aplicable en la materia. Se destinará un área para su acopio temporal, y estos periódicamente serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Con el fin de dar cumplimiento a este criterio y al artículo 38 de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo, se anexa el Programa de Manejo de Residuos, en el que se describen los procedimientos para manejar adecuadamente los residuos que se generen en cada una de las etapas del proyecto.
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los sitios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	El área de estudio se localiza en el Centro de Población y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, sin embargo, este no se encuentra dentro de un uso de suelo asignado, según la delimitación de la cartografía de dicho instrumento, obtenida de la página Bitácora Territorial de Quintana Roo y

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		<p>proyectada en el programa ArcGis para el análisis detallado de la ubicación y aplicación de normatividad vigente.</p> <p>Al mismo tiempo resulta importante destacar que el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, a letra indica que, <i>cualquier proyecto que se desarrolle dentro de los límites del municipio, deberá sujetarse a las disposiciones que establezca el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, respecto a los criterios ambientales tanto generales como específicos.</i></p> <p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina.</p> <p>Por lo antes expuesto, se tiene que el proyecto se apegará a los criterios ambientales tanto generales como específicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.</p>
CU-17	<p>Para el aprovechamiento de sitios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.</p>	<p>El proyecto consiste en la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, no existen cuerpos de agua o cavernas con vestigios arqueológicos.</p>
CU-18	<p>Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de</p>	<p>El sitio de desplante del proyecto se encuentra dentro de la UGA 10, en</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.</p>	<p>la zona urbana de Playa del Carmen cuya política ambiental es de aprovechamiento sustentable.</p>
CU-19	<p>El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.</p>	<p>Por lo antes expuesto, se tiene que el proyecto se apegará a los criterios ambientales tanto generales como específicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.</p>
CU-20	<p>Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</p>	<p>El proyecto consiste en la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, no existen cenotes o accesos a cavernas, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.</p>
CU-21	<p>En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.</p>	
CU-22	<p>Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.</p>	<p>Únicamente se prevé la generación de aguas residuales durante la etapa de construcción, para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, sin embargo, los baños que se prevén usar corresponden a los que se ubican dentro del hotel, el cual cuenta con los sistemas correspondiente para el manejo de aguas residuales.</p>
CU-23	<p>El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es</p>	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.</p>	
<p>CU-24</p>	<p>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p>	<p>El proyecto corresponde a la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, donde no existe vegetación del tipo que marca el presente criterio.</p>
<p>CU-25</p>	<p>La superficie de aprovechamiento de un sitio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique.</p> <p>Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del sitio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>	<p>El área de estudio se localiza en el Centro de Población y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, sin embargo, este no se encuentra dentro de un uso de suelo asignado, según la delimitación de la cartografía de dicho instrumento, obtenida de la página Bitácora Territorial de Quintana Roo y proyectada en el programa ArcGis para el análisis detallado de la ubicación y aplicación de normatividad vigente.</p> <p>Al mismo tiempo resulta importante destacar que el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, a letra indica que, cualquier proyecto que se desarrolle dentro de los límites del municipio, deberá sujetarse a las disposiciones que establezca el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, respecto a</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		<p>los criterios ambientales tanto generales como específicos.</p> <p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina. Teniendo que no se realizaran actividades de desmonte y tampoco le son aplicables los parámetros de COS y CUS.</p> <p>Por lo antes expuesto, se tiene que el proyecto se apegará a los criterios ambientales tanto generales como específicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.</p>
CU-26	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>	<p>El proyecto no pretende utilizar o comercializar especies.</p>
CU-27	<p>Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5m alrededor del tronco del árbol.</p>	<p>El proyecto corresponde a la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, donde no existe vegetación del tipo que marca el presente criterio.</p>
CU-28	<p>Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de sitios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada</p>	<p>Dadas las dimensiones y características del proyecto no se considera la instalación de plantas de premezclado o dosificadoras en ninguna de sus etapas.</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	por la planta deberá integrarse al proyecto.	
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	El área de aprovechamiento del proyecto fue seleccionada por presentar un fondo de laja con macroalgas, de tal manera que el efecto que causará la instalación del muelle rústico de madera sobre los pastizales colindantes se anticipa como mínimo considerando el tamaño y extensión de su comunidad. Adicionalmente se colocará una malla textil perimetral al área de aprovechamiento para evitar la dispersión de sedimentos durante las obras de instalación del muelle.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Los encargados del proyecto verificarán que todos los camiones que transporten material de construcción traigan consigo lonas que eviten la dispersión de materiales pétreos, asimismo, personal de obra se encargará de hacer riegos periódicos para evitar también la dispersión de polvos.
CU-32	En sitios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	En el sitio el proyecto no se registró la presencia de manglar.
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados	Durante el abasto de combustible a la maquinaria o durante su empleo pudieran generarse derrames accidentales de combustibles, para lo cual será necesario aislarlos, recolectarlos, almacenarlos temporalmente (en un sitio con las características adecuadas

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>con estas sustancias o de sus recipientes.</p> <p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.</p>	<p>localizado en el sitio colindante) y disponerlos adecuadamente a través de recolectores autorizados.</p> <p>En caso de presentarse fugas o derrames de combustibles por parte de los equipos que se encuentren en operación, será necesario recolectarlos y tratarlos como residuos peligrosos, para lo cual se aislarán, recolectarán, almacenarán temporalmente (en un sitio con las características adecuadas localizado en el lote 8 colindante) y dispondrán adecuadamente a través de recolectores autorizados.</p>

En el siguiente cuadro se enlistan los criterios específicos aplicables al sitio del proyecto marcados por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-39	Si un sitio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre esos usos o unidades de gestión.	<p>El sitio de desplante del proyecto se encuentra dentro de la UGA 10, en la zona urbana de Playa del Carmen cuya política ambiental es de aprovechamiento sustentable.</p> <p>Por lo antes expuesto, se tiene que el proyecto se apegará a los criterios ambientales tanto generales como específicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad</p>
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en sitios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Tortugas Marinas del municipio de Solidaridad, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios, sin embargo se acatará lo dispuesto en el presente criterio, restringiéndose el horario de operación del muelle rústico solamente del amanecer al ocaso.



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-95	En los sitios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies	<p>En el sitio no se registraron especies exóticas invasoras, por lo que no le aplica este criterio.</p> <p>Colindante al sitio de desplante del proyecto solamente se encontró la especie de palma <i>Cocos nucifera</i> como exótica, sin embargo, se encuentra adaptada a las condiciones de la zona desde hace muchos años, y actualmente forman parte de la zona de playa del sitio.</p>
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	<p>El sitio de desplante del proyecto se encuentra dentro de la UGA 10, en la zona urbana de Playa del Carmen cuya política ambiental es de aprovechamiento sustentable.</p> <p>Por lo antes expuesto, se tiene que el proyecto se apegará a los criterios ambientales tanto generales como específicos establecidos por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad</p>
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El área del proyecto no cuenta con la presencia de dunas costeras, ni pretende fomentar su creación. El proyecto corresponde a la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región piloteado, instalado en la zona marina y zona federal marítimo terrestre. Dadas las características rústicas del proyecto, así como por sus dimensiones y la distancia entre pilotes, no se anticipan cambios significativos en la morfología costera, ni en su hidrodinámica. El proyecto planteado permitirá el crecimiento de vegetación, tanto terrestre como acuática, así como el transporte litoral y de sedimentos, el paso de la fauna, tanto terrestre como marina, ya que el arranque del muelle será de madera y piloteado sobre el nivel del sustrato natural (arena y roca) permitiendo con ello el movimiento del agua, arena y de la fauna.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del sitio.	
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada sitio.	Las obras que se proponen no comprenden actividades de rehabilitación de dunas ni de retención de arena, así como tampoco actividades de reforestación de duna.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	

### 1.3.3 2.2.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo de México y Mar Caribe.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de Noviembre de 2012) el área marina que se utilizará para el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 178 (Figura 3), cuyas características se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Características UGA 178.

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

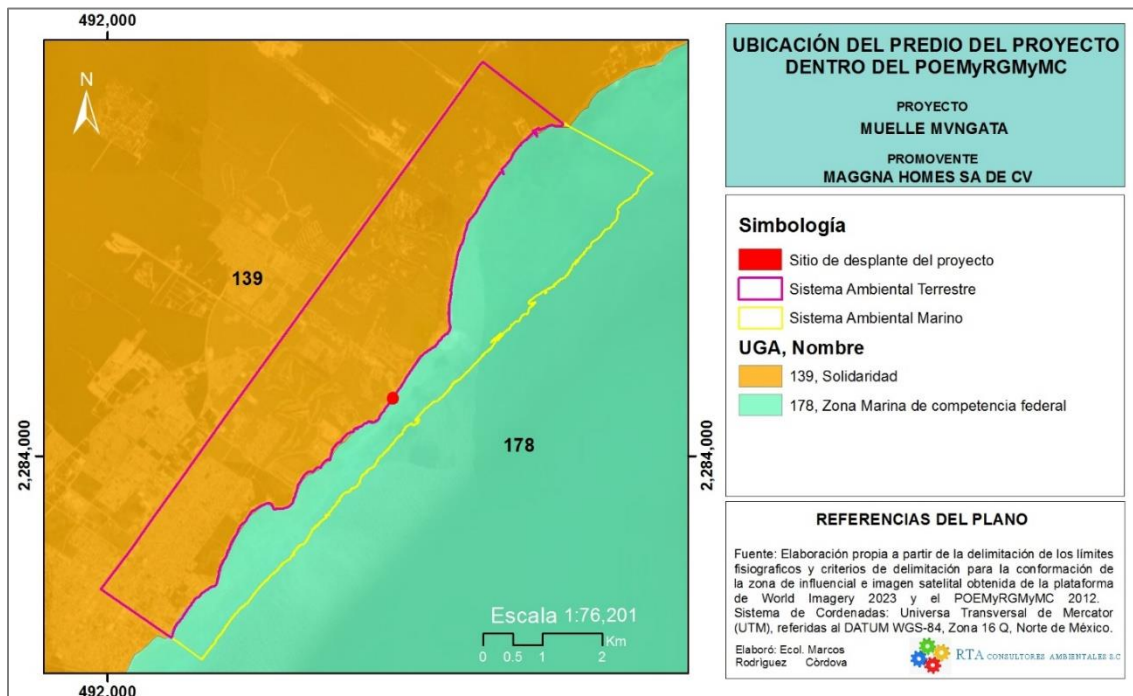
En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

**Artículo Tercero.-** *Conforme a los términos del “Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.*

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento. Condición legal que ha sido reconocida por la DGIRA de la SEMARNAT en oficios resolutivos de autorizaciones en materia de impacto ambiental.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA marina, únicamente se vinculará lo correspondiente a la UGA 178, área marina.



**Figura 3.** Ubicación del área del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (2012).

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

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

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

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

Cuadro 6. Criterios generales.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto no requiere el uso de agua como parte de los procesos para preparar el sitio, construir u operar.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Este criterio no le aplica al proyecto.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región y no pretende la creación de una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna	El proyecto no implica realizar actividades extractivas de flora y fauna.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	<p>La fauna que se ubique en el sitio de desplante será reubicada a las áreas inmediatas de acuerdo al Programa de Rescate de Fauna, cabe señalar que de acuerdo a la caracterización biológica realizada en el sitio del proyecto no se encontró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>A lo largo del proyecto, se darán todas las facilidades para el desarrollo de las actividades de vigilancia y control que realizan las autoridades facultadas para este fin.</p>
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto no implica la creación de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Durante la etapa de instalación del muelle rústico se anticipa la generación y emisión de gases de efecto invernadero derivados del uso de máquinas de combustión interna como son vehículos de transporte y de carga de materiales, motosierras, generadores eléctricos y bombas de agua, sin embargo, estas emisiones son de carácter puntual en tiempo y en espacio, por lo que no se consideran significativas y se anticipa su rápida dispersión en la atmósfera por la acción del viento. Se tendrá cuidado de utilizar maquinaria en buenas condiciones mecánicas de operación para reducirlas al mínimo.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Este criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	En el proyecto no se pretende utilizar organismos genéticamente modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto consiste en la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre y ha sido diseñado tomando en cuenta todos los instrumentos normativos de carácter ambiental aplicables, así como los

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		métodos y técnicas que implican el menor impacto al medio ambiente. No se anticipa la fragmentación del hábitat de especies derivado de su construcción u operación.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no implica el desarrollo de actividades agropecuarias.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre y ha sido diseñado tomando en cuenta todos los instrumentos normativos de carácter ambiental aplicables, así como los métodos y técnicas que implican el menor impacto al medio ambiente. No se anticipa la fragmentación del hábitat de especies derivado de su instalación u operación.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto no implica la construcción de un parque industrial por lo que no le es aplicable este criterio.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no contempla la introducción de especies vegetales o animales.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no se ubica en los márgenes de un río, por lo que no le son aplicables estos criterios.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no se ubica en una ladera y no llevará a cabo actividades agrícolas, por lo que no le son aplicables estos criterios.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no se ubica en los márgenes de un cauce natural, por lo que no le aplica este criterio.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables	La aplicación del presente criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El área que se utilizará para el proyecto no se ubica cerca de un río, dado que corresponde a la franja costera marina ubicada en el Mar Caribe.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	En el proyecto no se pretende realizar actividades de producción o extracción.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No se utilizarán tecnologías de producción, por lo que este criterio no es aplicable.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En el proyecto se establecerán medidas para el manejo adecuado de los residuos con el fin de evitar la proliferación de fauna nociva.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, particularmente en la zona de rompiente, la cual es un ambiente de alta energía y con movimiento continuo de sedimentos. Regularmente y de forma natural estas zonas carecen de vegetación y no son aptas para reforestación.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto no considera desarrollar actividades de carácter productivo.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El proyecto corresponde a la instalación de un muelle rústico piloteado de madera dura de la región. Dadas las características rústicas, dimensiones del mismo, y distancia entre los pilotes no se anticipa que pueda interrumpir la conectividad ambiental del sitio donde se pretende instalar.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	En el proyecto se prevé el uso de combustibles fósiles, sin embargo, se hará el uso eficiente de los mismos y se llevarán a cabo las medidas de prevención necesarias para evitar impactos por su uso.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Durante la instalación del proyecto, se requiere emplear generadores eléctricos portátiles convencionales de combustión interna para lograr el
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>funcionamiento de la maquinaria. No se prevé el uso de energía adicional.</p> <p>Se promoverá el uso adecuado de la energía eléctrica durante las actividades del proyecto dando cumplimiento a este criterio.</p> <p>En la instalación del proyecto se contempla utilizar únicamente aquellos equipos con la mayor eficiencia posible</p>
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	Se promoverá el uso de combustibles de mejor calidad que emitan menos contaminantes.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En el proyecto no es posible realizar esta actividad, por lo que no le aplica al proyecto.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Este criterio está fuera del alcance del proyecto o del promovente.
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.	Este criterio no aplica al proyecto dado su naturaleza de ser un muelle rústico en la franja marina.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El proyecto no cuenta con instalaciones domésticas.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto no cuenta con instalaciones industriales.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto no contempla la producción de cultivos, por lo que no le es aplicable este criterio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto no considera evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto se apega a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y a este instrumento.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Las obras propuestas no contemplan actividades industriales.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	Este criterio está dirigido a las autoridades locales encargadas de la elaboración de los programas de



Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		desarrollo urbano, por lo que no le aplica al proyecto.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El proyecto no corresponde a una industria, por lo que no le aplica este criterio.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto considera el presente ordenamiento ecológico como aplicable, de ahí la razón de la presente vinculación con el mismo.  El proyecto no implica ninguna actividad pesquera y no representa impactos hacia los mamíferos marinos ni especies con algún grado de protección.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no considera realizar la comercialización de especies pesqueras.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	Esta actividad no le corresponde a la promovente.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región que aumentará la oferta de servicios de transporte.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No se contempla alguna actividad productiva.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	De manera previa a un desastre natural se seguirán las medidas que indiquen Protección Civil y el municipio.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	Durante las actividades del proyecto se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y se contará con el equipo para atender cualquier emergencia.  En caso de un desastre natural se seguirán las medidas que indiquen Protección Civil y el municipio.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El proyecto no contempla la construcción de edificios o casas, por lo que no le aplica este criterio.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante las actividades proyectadas se realizarán pláticas acerca del manejo adecuado de los residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Durante las actividades que se proponen se generará un volumen bajo de residuos, los cuales serán separados y los que sean susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas dedicadas a esta actividad o se entregarán al municipio. De igual manera diariamente se recolectarán los residuos sólidos dispersos en el sitio cuyo origen sea ajeno al proyecto.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto no considera generar aguas residuales durante su operación.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	Durante la instalación de las obras se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora autorizada, la cual será responsable de la disposición final de las aguas residuales a través de plantas de tratamiento municipales.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el proyecto no se llevarán a cabo actividades de remoción de vegetación forestal, por lo que no le aplica este criterio.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	Los estudios sobre los problemas de salud relacionados con el cambio climático corresponden a la Secretaría de Salud, o en su caso a las dependencias de gobierno.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos que pudieran generarse en el área del proyecto, se realizará de conformidad con el Programa de Manejo de

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		Residuos del proyecto que forma parte de la presente MIA-P, el cual considera a la legislación vigente aplicable.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El área marina donde se instalará el Muelle, se encuentra fuera de cualquier ANP, la más próxima es la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual fue decretada como ANP el día 7 de diciembre de 2016, esta se encuentra a 154 m del arranque del muelle.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	Las obras en la zona marina se desplantarán sobre laja con macroalgas, donde hay baja cubierta vegetal. El área que se utilizará representa el 0.0015 % del SA marino, y el 0.019% del área delimitada como el área de influencia directa, lo cual se considera mínimo.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El muelle que se pretende construir es de tipo rústico, de madera dura de la región. El muelle es piloteado, los soportes van hincados directamente en el fondo arenoso mediante una bomba de agua que genera un chiflón para remover los sedimentos y generar su introducción por gravedad, sin el uso de cementos, morteros u otros aglutinantes. Los materiales son biodegradables a excepción de los tornillos y tuercas que sujetan a las maderas los cuales son de acero inoxidable. Durante las obras se utilizará una malla textil para evitar la dispersión de sedimentos. Los residuos generados se manejarán apropiadamente de acuerdo con el Programa de Residuos del proyecto.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	En el proyecto no se realizarán actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas está a cargo de las autoridades locales o el gobierno estatal, por lo que no le aplica este criterio al proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o	En el proyecto no se contempla la construcción de caminos o carreteras, por lo que no le es aplicable este criterio.

Clave	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El área marina donde se instalará el Muelle, se encuentra fuera de cualquier ANP, la más próxima es la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, la cual fue decretada como ANP el día 7 de diciembre de 2016, esta se encuentra a 154 m del arranque del muelle.

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

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El proyecto corresponde a un muelle rústico de madera dura de la región que se pretende instalar sobre un sitio que presenta fondo de laja con macroalgas, el cual fue seleccionado por presentar esta característica.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no contempla la introducción de ninguna especie de flora o fauna en el sitio donde se instalará.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región. Dadas sus características y dimensiones no se anticipa la interferencia o interrupción de la conectividad ecosistémica en la zona.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental - Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre - Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre y ha sido diseñado tomando en cuenta todos los instrumentos normativos de carácter ambiental aplicables, así como los métodos y técnicas que implican el menor impacto al medio ambiente. Dadas sus características y dimensiones, no se anticipa la fragmentación del hábitat de especies derivado de su instalación u operación.  En el área del proyecto se pretende realizar el rescate de las especies de

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>fauna que se detecten de manera previa al inicio de actividades.</p> <p>El proyecto aplicará las medidas de protección y conservación incluidas en el Programa de Rescate de Fauna que ha elaborado con este fin.</p> <p>Con base en la caracterización biológica del sitio, no se registró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la zona de influencia directa.</p>
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La zona marina de interés no está afectada por hidrocarburos, por lo que no le aplica este criterio.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	<p>Durante el abasto de combustible a la maquinaria pudieran generarse derrames accidentales de combustibles. De tal manera que se habilitará en el área del proyecto, un espacio con piso firme de concreto para realizar ahí la recarga de combustible a los equipos. En caso de presentarse fugas o derrames de combustibles por parte de los equipos que se encuentren en operación, será necesario recolectarlos y tratarlos como residuos peligrosos, para lo cual se aislarán, recolectarán, almacenarán temporalmente (en un sitio con las características adecuadas localizado en el lote 8 colindante) y dispondrán adecuadamente a través de recolectores autorizados.</p> <p>Es importante señalar que el manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los peligrosos que pudieran generarse se realizará de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto que forma parte de la presente MIA-P..</p>
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos	La zona de playa del proyecto ha sido muy afectada, por lo que de acuerdo a las condiciones que presentan se requiere una propuesta integral para su rehabilitación, sin embargo, en este proyecto, solo se plantea la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región de, sujetado con pilotes

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	hincados directamente en el fondo marino sin cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la playa, el cual será de madera y piloteado sobre el nivel natural del sustrato (arena y laja) para permitir el movimiento de esta y del agua debajo del mismo. Por lo que no se esperan cambios significativos en las corrientes.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	En el proyecto no es posible hacer uso de energía eólica, dado que solo se utilizarán plantas de energía de combustión interna convencionales para el funcionamiento de la maquinaria durante su instalación y en un periodo muy corto de tiempo.
A-034	Promover mecanismos de generación de energía eléctrica usando la fuerza mareomotriz.	El proyecto solo empleará energía eléctrica durante la fase de construcción. El uso de energía mareomotriz durante esta etapa se encuentra fuera del alcance del proyecto. Solo se utilizarán plantas generadoras de energía eléctrica de combustión interna durante un periodo corto.
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A-041	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A-042	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A-045	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades de pesca extractiva, por lo que estos criterios no le aplican.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	En el proyecto se utilizarán embarcaciones durante todas las actividades, en las que los residuos que se generen se dispondrán en los contenedores específicos para ello.
A-047	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Estas actividades les corresponden a las autoridades competentes, por lo que no le aplican al proyecto.
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A-071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El alcance de este criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente. El proyecto se apega a los instrumentos jurídicos ambientales vigentes y aplicables.
A-073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto no implica obras de infraestructura portuaria, por lo que estos criterios no le aplican.
A-074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas	

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	

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

Cuadro 8. Criterios Zona Costera inmediata del Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Propuesta de cumplimiento
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	<p>El relieve submarino del SA se encuentra formado principalmente por Primer nivel de terraza continental el cual representa el 75.05 % del relieve marino, le sigue el Segundo nivel de terraza con 18.81%, de piso lagunar se ocupa el 5.31%, la cresta arrecifal ocupa 0.69%, arrecife frontal con 0.10% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.03% del SA. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SA marino. A continuación, se indica la superficie que ocupa el tipo de relieve dentro del SA.</p> <p>Ahora bien, la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 56.57% del SA marino, seguido de sedimentos con 29.13%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos marinos, mismos que representan 7.05%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 3.75%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 2.61%, en la parte central se encuentran Tocones y pedacera de coral en 0.51%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la Estructura coralina con 0.24%, octocorales y corales con 0.14% y el arrecife rocoso con tan solo 0.02%.</p> <p>Ahora bien, para el desplante del proyecto, se definió un área de influencia directa del proyecto con una superficie de 90.86 ha. Ahora bien, para la caracterización de dicha</p>



Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Propuesta de cumplimiento
		<p>área, de manera complementaria, se realizó un muestreo intensivo durante el mes de abril del 2023. Teniendo que dentro de este polígono no se registraron formaciones arrecifales, lo que se infiere, es debido a la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente.</p> <p>Como se puede apreciar, en la siguiente imagen, no todos los ambientes definidos para el SA que se describen en la Carta de Hábitats Bentónicos de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018, de la CONABIO, se encuentran representados en el área de influencia.</p> <p>En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.</p>

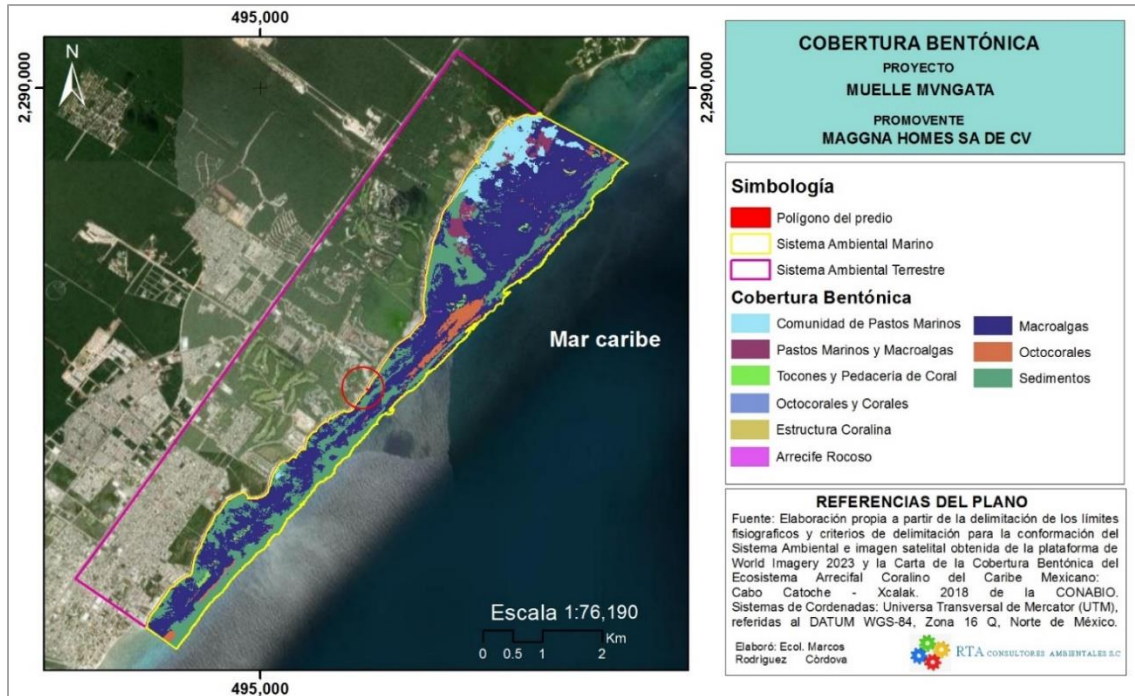


Figura 4. Se muestra la cobertura bentónica del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

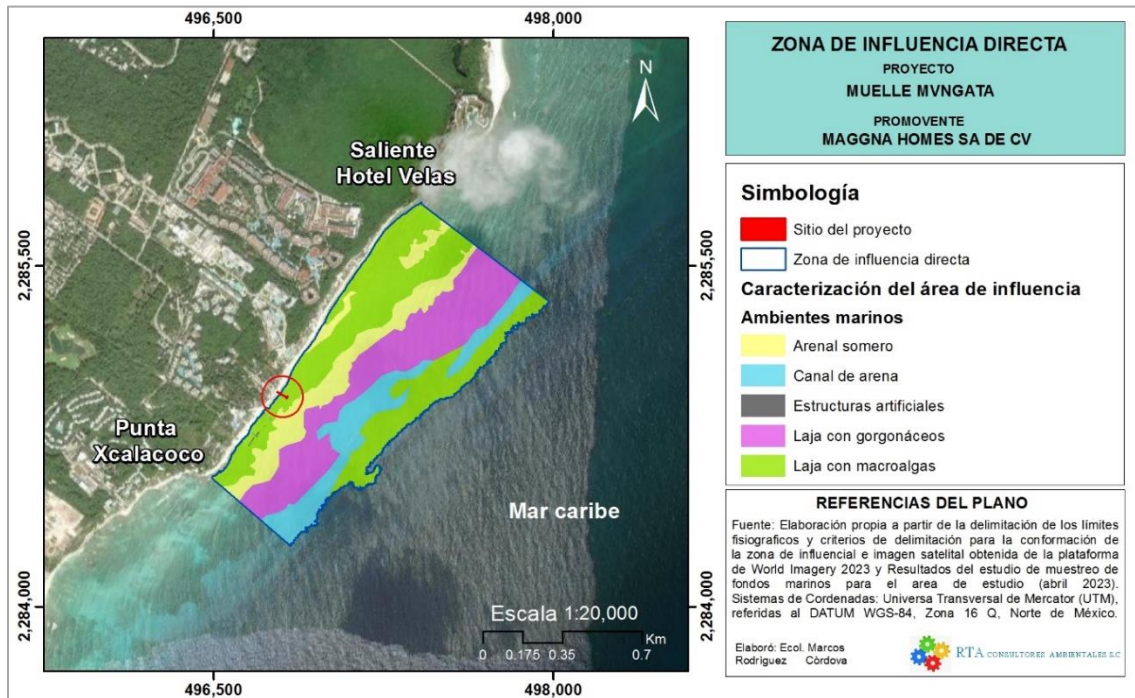
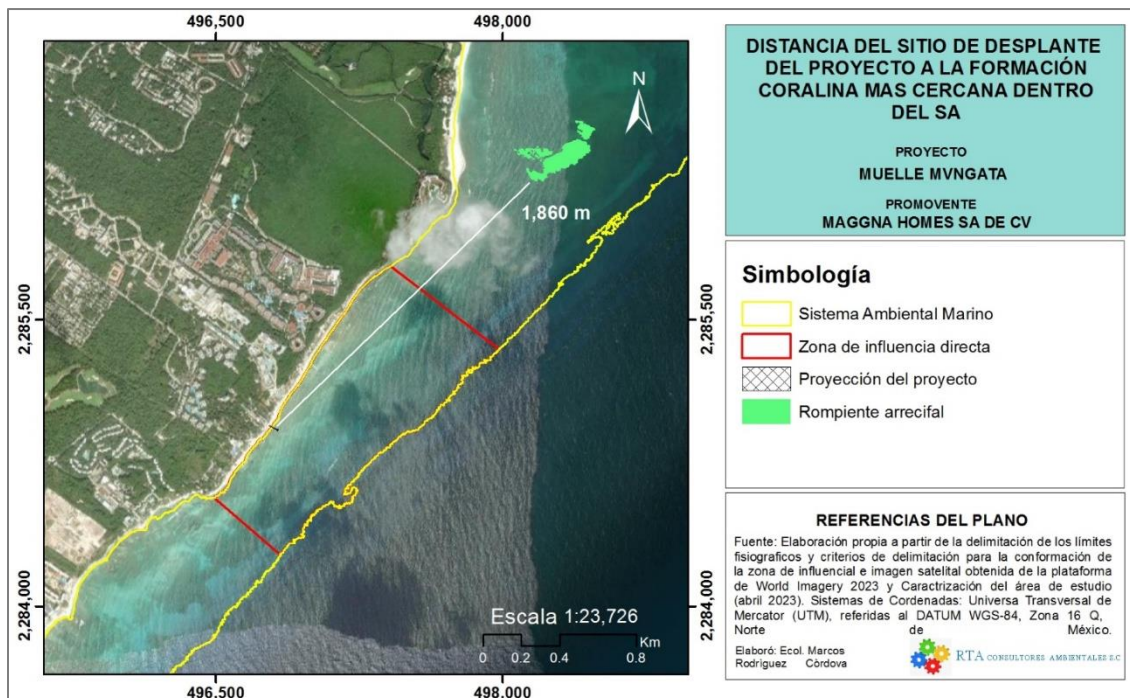




Figura 5. Se muestran los tipos de ambientes marinos del área de influencia indirecta del proyecto.



**Figura 6.** Se muestra la distancia del sitio donde se encontrará el proyecto a la formación coralina más cercana, de acuerdo con la caracterización del SA y área de influencia directa.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
ZMC-02	<p>Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</p>	<p>En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		 <p data-bbox="784 714 1421 777"><b>Figura 7.</b> Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto.</p> <p data-bbox="784 808 1421 945">La superficie de afectación de Laja con macroalgas somero, es de 2.842 m<sup>2</sup>, correspondiente a los 58 pilotes sobre los que se soportará la pasarela o plataforma de madera.</p> <p data-bbox="784 976 1421 1176">Ahora bien, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.</p>  <p data-bbox="784 1627 1421 1732"><b>Figura 8.</b> Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto en la parte de la ZOFEMAT.</p>
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y	En el proyecto no se pretende realizar la captura de estos organismos por lo que no le aplica este criterio.

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	<p>traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>En caso de ser necesario, solo se contempla realizar el rescate de los individuos de fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, esponjas y corales, entre otros. Estos se trasladarán a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p>
ZMC-04	<p>Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.</p>	<p>El relieve submarino del SA se encuentra formado principalmente por Primer nivel de terraza continental el cual representa el 75.05 % del relieve marino, le sigue el Segundo nivel de terraza con 18.81%, de piso lagunar se ocupa el 5.31%, la cresta arrecifal ocupa 0.69%, arrecife frontal con 0.10% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.03% del SA. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SA marino. A continuación, se indica la superficie que ocupa el tipo de relieve dentro del SA.</p> <p>Ahora bien, la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 56.57% del SA marino, seguido de sedimentos con 29.13%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos marinos, mismos que representan 7.05%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 3.75%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 2.61%, en la parte central se encuentran Tocones y pedacera de coral en 0.51%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la Estructura coralina con 0.24%, octocorales y corales con 0.14% y el arrecife rocoso con tan solo 0.02%.</p> <p>Por otra parte, para el desplante del proyecto, se definió un área de influencia directa del proyecto con una superficie de 90.86 ha. Ahora bien, para la caracterización de dicha área, de manera complementaria, se realizó un muestreo intensivo durante el mes de abril del 2023. Teniendo que dentro de este polígono no se registraron formaciones arrecifales, lo que se infiere, es</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>debido a la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente.</p> <p>Como se puede apreciar, en la siguiente imagen, no todos los ambientes definidos para el SA que se describen en la Carta de Hábitats Bentónicos de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018, de la CONABIO, se encuentran representados en el área de influencia.</p> <p>En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p>
ZMC-05	<p>La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.</p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.</p> <p>Solo en caso de ser necesario, al momento de la colocación de los pilotes, se realizará el rescate de los ejemplares o colonias que se registren en las áreas de desplante del proyecto, los cuales serán reubicados en las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p>
ZMC-06	<p>La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos</p>	<p>El proyecto no contempla realizar la construcción de estructuras promotoras de playa.</p>

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	y específicos que la autoridad requiera para este fin.	
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	<p>En el proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos peligrosos, en el caso fortuito de registrar su presencia, por lo que no se prevé el vertimiento de hidrocarburos o productos químicos en la zona marina.</p> <p>En caso de derrame accidental en la zona marina, que es muy improbable que ocurra, se interrumpirán las actividades y se colocarán flotadores absorbentes para contener los hidrocarburos y posteriormente estos serán retirados al almacén del hotel, que los entregará a una empresa autorizada en su manejo.</p>
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Tortugas Marinas del municipio de Solidaridad, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios, sin embargo se acatará lo dispuesto en el presente criterio, restringiéndose el horario de operación del muelle rústico solamente del amanecer al ocaso.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	<p>Aun cuando no se llevará a cabo alguna obra o actividad directa en comunidades arrecifales, para evitar cualquier daño y asegurar la preservación de los mismos se prevé la colocación de mallas antidispersión entre las áreas marinas en que se desarrolle el proyecto y las comunidades arrecifales cercanas, garantizando su protección.</p> <p>La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.</p>
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	Previo al inicio de la instalación del muelle rústico, se tendrá una reunión de trabajo con la empresa contratada para este fin, con el objetivo de hacerle de su conocimiento las normas ambientales aplicables al proyecto que se deberán acatar. De igual forma se colocarán letreros alusivos al buen manejo de los residuos

UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
		sólidos, mismos que permanecerán colocados durante la etapa de operación del proyecto.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El proyecto no contempla llevar a cabo canalizaciones o dragados, sin embargo en el desarrollo de las actividades de instalación del muelle rústico de madera, serán utilizadas mallas antidispersión para evitar la dispersión de sedimentos que pudieran afectar los recursos naturales de la zona.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p> <p>El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrará a ras del espejo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.</p>
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero,	En el proyecto no se contemplan actividades de pesca en embarcaciones.



UGA 178	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
	así como el permiso de pesca correspondiente.	
ZMC-14	<p>Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.</p>	<p>El proyecto se ubica en la UGA 178 a la que no le aplica este criterio.</p>

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

50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma en las coordenadas 20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W hasta Punta John, en las coordenadas 20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W, con una longitud aproximada de 34.17 km.

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

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
<b>SOL-G-1</b>	Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna.</p> <p>El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p> <p>Con el hincado de los pilotes, se prevé la dispersión de sedimento, pese a que se desplantará sobre un ambiente de laja con macroalgas, no obstante, se ha considerado el uso de las mallas antidispersión los sedimentos serán contenidos, para evitar que estos viajen hacia otras zonas dentro del sistema ambiental y afecten los ecosistemas.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, no se prevén afectaciones a los ecosistemas marinos por esta causa.</p>
<b>SOL-G-2</b>	Promover y fomentar que, en toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, se apliquen las medidas adecuadas para el manejo de grasas, aceites, emisiones atmosféricas e hidrocarburos, que minimicen la afectación a los ecosistemas. En cuanto a los efectos de la emisión de energías como son vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.	Para dar cumplimiento a este criterio, se aplicarán los programas de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de los ecosistemas.
<b>SOL-G-3</b>	Para aquellos eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo que se realicen en la zona marina y que	En relación con este criterio, no se prevé la realización de eventos temporales de carácter

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	<p>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>cultural, recreativo o deportivo en la zona marina.</p>
<p><b>SOL-G-4</b></p>	<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>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p> <p>El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones, como cortaduras o golpes a los usuarios.</p>
<p><b>SOL-G-5</b></p>	<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>El proyecto no considera generar aguas residuales durante su operación.</p> <p>Durante la instalación de las obras se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora autorizada, la cual será responsable de la disposición final de las aguas residuales a través de plantas de tratamiento municipales.</p>
<p><b>SOL-G-6</b></p>	<p>Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.</p>	<p>En el proyecto no se emplearán explosivos.</p>
<p><b>SOL-G-7</b></p>	<p>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</p>	<p>En las actividades del proyecto no se considera la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski o similares.</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	de seguridad y evitando daños al ecosistema.	
<b>SOL-G-8</b>	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, se evitará la acuicultura intensiva o con especies no nativas que implique: la acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimentos y/o por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo; contaminación producida por los agentes químicos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y/o en antifijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la abundancia de patógenos provocada por el mantenimiento en condiciones de monocultivo, en altas densidades y en un lugar determinado y por un tiempo prolongado que provocará el contagio de patógenos que afecten a otras especies silvestres; o el posible escape o liberación de los individuos cultivados cuando éstos han sido modificados genéticamente.	En las actividades del proyecto no se contempla la acuicultura intensiva o con especies no nativas, por lo que este criterio no le es aplicable.
<b>SOL-G-9</b>	Promover ante las autoridades competentes la creación de "zonas de refugio" pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables para la recuperación de las poblaciones y ecosistemas, incrementando el atractivo natural de las zonas.	Este criterio no se considera competencia del promovente.
<b>SOL-G-10</b>	Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.	
<b>SOL-G-11</b>	Fomentar que los distintos tipos de actividades tanto pesqueras, como acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores.	En el proyecto no se efectuarán actividades de pesca y/o acuático-recreativas, por lo que no le son aplicables estos criterios.
<b>SOL-G-12</b>	La pesca deportiva se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable, conforme a buenas prácticas y con	

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	artes de pesca que minimicen el impacto a las especies capturadas.	
<b>SOL-G-13</b>	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>En el proyecto se contempla el uso de embarcaciones de 60 pies (18 m), 2 remolcadores de 200 pies (61m), 2 chalanes o plataformas de 300 pies (91.5m) y 2 embarcaciones de apoyo de 10 a 15 pies de eslora, para la etapa de construcción del proyecto.</p> <p>Estas embarcaciones no son mayores, por lo que no cuentan con estos dispositivos.</p> <p>Una vez concluida la construcción, no se usarán embarcaciones.</p>
<b>SOL-G-14</b>	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p> <p>Dadas las características rústicas del proyecto, así como por sus dimensiones y la distancia entre pilotes, no se anticipan cambios significativos en la morfología costera, ni en su hidrodinámica. El proyecto planteado permitirá el crecimiento de vegetación, tanto terrestre como acuática, así como el transporte litoral y de sedimentos, el paso de la fauna, tanto terrestre como marina, ya que el arranque del muelle será de madera y piloteado sobre el nivel del sustrato natural (arena y roca) permitiendo con ello el movimiento del agua, arena y de la fauna.</p>
<b>SOL-G-15</b>	Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas abiertas, fuera de instalaciones portuarias o adecuadas para tal efecto, con excepción de casos de emergencia. En	En el proyecto no se llevarán a cabo actividades de mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas, ya que las actividades de mantenimiento de las embarcaciones se llevarán a cabo en Puerto Calica.


Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	dicho supuesto se deberá notificar a la autoridad competente.	
<b>SOL-G-16</b>	La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambio de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	Las obras que se proponen, no implican la construcción de infraestructura portuaria.
<b>SOL-G-17</b>	Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.	Este criterio no se considera competencia del promovente.
<b>SOL-G-18</b>	Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales.	Esta medida les corresponde a las autoridades de gobierno.
<b>SOL-G-19</b>	Se evitará el abandono de embarcaciones.	No se contempla abandonar las embarcaciones que se utilicen para el proyecto.
<b>SOL-G-20</b>	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.	Para el proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por las zonas permitidas donde no se registraron formaciones arrecifales, por lo que no se prevén afectaciones a estas zonas.  Las embarcaciones recibirán un mantenimiento preventivo en Puerto Calica, por lo que no se prevé que haya derrames en la zona marina. Durante su funcionamiento podrían suspenderse los sedimentos, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersión para evitar que estos se dispersen y afecten los ecosistemas marinos. La malla anti dispersión disminuye en gran medida el paso de estos finos en suspensión, permitiendo que se puedan precipitar al fondo marino sin interrumpir el flujo de las corrientes marinas.
<b>SOL-G-21</b>	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	
<b>SOL-G-22</b>	Por motivos de seguridad de los usuarios, las embarcaciones y la	En el proyecto no se consideran actividades de acuatizaje de aeronaves o hidroaviones.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	integridad de los arrecifes de la zona, se evitará el acuatizaje de aeronaves.	
<b>SOL-G-23</b>	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	
<b>SOL-G-24</b>	Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas, a excepción de aquellas que se extraigan, capturen o comercialicen en términos de la normatividad aplicable y de los permisos que para tal efecto haya emitido la SEMARNAT o la SAGARPA.	En el proyecto no se realizará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna nativas.  Solo se llevará a cabo el rescate de la fauna bentónica y/o de poca movilidad como equinodermos, corales, y esponjas que se registren en las áreas de desplante. Estos serán trasladados a las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto. De acuerdo con lo anterior, solo se realizará el rescate y reubicación de los organismos que se registren.
<b>SOL-G-25</b>	La captura de individuos vivos de especies exóticas sólo podrá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En el proyecto no se contempla la captura de individuos vivos de especies exóticas, por lo que no le aplica este criterio.
<b>CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA ZONAS DE NADO</b>		
<b>SOL-N-1</b>	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 la conectividad entre ecosistemas, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	En el proyecto no se pretenden llevar a cabo excavaciones u obras hidráulicas, por lo que no le es aplicable este criterio.
<b>SOL-N-2</b>	En las áreas de mayor fragilidad ecológica, como son las zonas arrecifales, se evitarán los deportes y	Estos criterios no son vinculantes al proyecto, toda vez que no se contempla realizar actividades deportivas, recreativas acuáticas

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial, así como tampoco se prevé el uso de kayak o pedalones.
<b>SOL-N-3</b>	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.	El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.
<b>SOL-N-4</b>	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	En el proyecto no se contemplan actividades de pesca, por lo que tampoco se arrojarán al mar vísceras y otros residuos derivados de esta actividad.
<b>SOL-N-5</b>	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.	En caso de generar residuos peligrosos, se dispondrán de manera adecuada. Durante las actividades que se proponen se generará un volumen bajo de residuos, los cuales serán separados y los que sean susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas dedicadas a esta actividad o se entregarán al municipio. De igual manera diariamente se recolectarán los residuos sólidos dispersos en el sitio cuyo origen sea ajeno al proyecto.
<b>SOL-N-6</b>	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).	En el área que se utilizará para el proyecto no se realizará abastecimiento de combustible, ya que esta actividad se llevará a cabo en Puerto Calica.  Asimismo, el suministro de combustible de la maquinaria se llevará a cabo en talleres autorizados.
<b>SOL-N-7</b>	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	En el proyecto se pretende el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por los canales de navegación permitidos fuera de las formaciones arrecifales.
<b>SOL-N-8</b>	El resguardo de embarcaciones menores se permitirá, siempre y cuando se haga en las zonas ya dispuestas por la autoridad competente (Cocobeach entre la latitud 20°38.240'N y 20°38.100'N; y la zona de El Recodo entre la latitud 20°37.675'N y 20°37.580'N) y no se utilicen cuerdas en la zona de playas, salvo en la zona de El Recodo.	El resguardo de las embarcaciones que se utilizarán se realizará en Puerto Calica, que es un puerto destinado para tal fin.  En el proyecto no se contempla el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas.



Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-N-9	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	
SOL-N-10	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	
SOL-N-11	Los canales de acceso a las lagunas arrecifales tienen como único propósito permitir el ingreso y salida de embarcaciones, por lo que debe evitarse cualquier otro tipo de actividades.	
SOL-N-12	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<p>En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p> <p>La superficie de afectación de Laja con macroalgas somero, es de 2.842 m<sup>2</sup>, correspondiente a los 58 pilotes sobre los que se soportará la pasarela o plataforma de madera.</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		 <p data-bbox="831 674 1433 779">Figura 43. Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto.</p> <p data-bbox="831 810 1433 909">En esta zona no se registró la presencia de praderas de pastos marinos, por lo que estos no se verán afectados a causa del proyecto.</p>
<p data-bbox="188 1045 263 1108"><b>SOL-N-13</b></p>	<p data-bbox="295 930 803 1226">Durante la época de anidación de tortugas marinas, en playas de desove, se promoverá que el amarre de las embarcaciones no se efectúe en la ZOFEMAT de las 18:00 horas a las 6:00 horas del día siguiente, para no obstruir el arribo de tortugas marinas al área de playa. A excepción de las zonas de fondeo.</p>	<p data-bbox="831 915 1433 1241">El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Tortugas Marinas del municipio de Solidaridad, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios, sin embargo, se acatará lo dispuesto en el presente criterio, restringiéndose el horario de operación del muelle rústico solamente del amanecer al ocaso.</p>
<p data-bbox="188 1535 263 1598"><b>SOL-N-14</b></p>	<p data-bbox="295 1436 803 1696">Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente. Asimismo se evitará arrojar cualquier tipo de desperdicio en los arrecifes y suelo marino.</p>	<p data-bbox="831 1253 1433 1549">Durante las actividades que se proponen no se realizará la recolección (Definición: acción de juntar cosas dispersas), remoción (Definición: eliminar), trasplante (Definición: quitar una planta de un sitio para plantarla en uno diferente, realizar el traslado de un órgano de un individuo a otro), de organismos vivos, muertos o materiales naturales. Tampoco se arrojarán residuos o sustancias al mar.</p> <p data-bbox="831 1581 1433 1877">Solamente se considera el rescate (Definición: liberar de daño o molestia) y reubicación (Definición: trasladar desde un punto hacia otro), de los organismos que al momento de la preparación del sitio se ubiquen en el área de desplante del proyecto, como aquellos organismos de lento desplazamiento o sésiles que pudieran encontrarse en el área específica de desplante, o bien, que se pudieran localizar</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>en las cercanías y que, por ello, puedan ser susceptibles de daño.</p> <p>Estos organismos se reubicarán hacia un sitio más seguro con base en el programa de Rescate de Flora Terrestre y Fauna Marina, que se anexa al presente estudio.</p>
<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA PARA ZONAS DE ARRECIFES</b>		
<b>SOL-A-1</b>	<p>Impulsar y consolidar actividades de restauración arrecifal y rescate de corales mediante la instalación de estructuras u otros métodos para la fijación y propagación de individuos. La manifestación de impacto ambiental que en su caso se presente deberá incluir información que permita evaluar los efectos potenciales de dicha actividad. Asimismo, se desincentivará la construcción de arrecifes artificiales como promotores de playas.</p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar actividades de restauración arrecifal, así como tampoco la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.</p> <p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p> <p>Solo en caso de ser necesario, y de encontrarse corales al momento del desplante del proyecto, se realizará el rescate de los ejemplares o colonias que se registren en las áreas de desplante del proyecto, los cuales serán reubicados en las zonas sin aprovechamiento o de conservación dentro del mismo sistema ambiental del proyecto.</p>
<b>SOL-A-2</b>	<p>Evitar la instalación, colocación o uso de estructuras permanentes, tanto flotantes como fijas, incluyendo palafitos, que permitan la estancia de visitantes en las zonas marinas.</p>	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna.</p>
<b>SOL-A-3</b>	<p>Se evitará la colocación de cualquier infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes.</p>	<p>El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.</p>
<b>SOL-A-4</b>	<p>Evitar y desincentivar la instalación y la construcción de infraestructura de cualquier tipo, excepto la requerida y autorizada para fines de conservación y restauración.</p>	<p>El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al</p>

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		<p>área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentará un desnivel de tal forma que esta, se encontrará a ras del espejo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.</p> <p>El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p> <p>La superficie de afectación de Laja con macroalgas somero, es de 2.842 m<sup>2</sup>, correspondiente a los 58 pilotes sobre los que se soportará la pasarela o plataforma de madera.</p> <p>Ahora bien, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.</p>
SOL-A-5	Se evitará el dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra o acción que pueda dañar las zonas arrecifales.	<p>El proyecto no considera ninguna de estas actividades. La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.</p> <p>No obstante, para evitar cualquier posible afectación, durante la etapa de construcción serán utilizadas mallas antidispersión para evitar la dispersión de sedimentos que pudieran afectar los recursos naturales de la zona.</p>
SOL-A-6	Promover la educación ambiental y difusión de buenas prácticas ambientales entre los prestadores de	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades recreativas en estructuras y



Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	servicios que realicen actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales.	lagunas arrecifales, por lo que no le aplica este criterio.
SOL-A-7	Los grupos de visitantes que practiquen buceo snorkel o SCUBA deberán utilizar guías locales (los que desarrollan de manera regular sus actividades en la zona) debidamente acreditados bajo las especificaciones de la NOM-09-TUR-2002, con el propósito de evitar malas prácticas ambientales.	
SOL-A-8	Se promoverá que los prestadores de servicios turístico-recreativos informen de manera verbal a los usuarios que ingresarán a un área de fragilidad ecológica por lo cual deberán evitar tocar o sustraer cualquier especie de flora y fauna, y con el propósito de evitar afectación a los arrecifes, se evitará también nadar a una distancia menor a un metro del fondo.	Estos criterios no son vinculables al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades turístico - recreativas.  El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.
SOL-A-9	Promover como obligatorio la adquisición de seguros de responsabilidad civil o de daños a terceros, por parte de los prestadores de servicios recreativos, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran las estructuras arrecifales por encallamiento u otro tipo de impacto.	
SOL-A-10	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	
SOL-A-11	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes acuáticos de vela y/o tabla del tipo surf, kite surf, windsurf y similares.	Las obras del proyecto se desplantarán sobre los ambientes de laja con macroalgas, por lo que no se afectará una formación arrecifal, la más cercana se encuentra a 1,860 m aproximadamente. Asimismo, no se realizará ninguna de las actividades propuestas en estos criterios.
SOL-A-12	Asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, limitando el número máximo de visitantes, para buceo libre, hasta 8 personas por Guía; para buceo	Estos criterios no se consideran vinculables al proyecto, debido a que no se pretende la realización de ninguna de las actividades descritas en estos.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	autónomo diurno, hasta 6 personas por Instructor Guía, y para buceo autónomo nocturno, hasta 4 personas por Instructor Guía.	
<b>SOL-A-13</b>	Propiciar la reglamentación del buceo de especialidad (nocturno, profundo, de corriente y de pecios) y el que se realice con estudiantes o buzos principiantes, bajo los estándares internacionales del sector, con el propósito de asegurar la integridad de los arrecifes. Se procurará que los usuarios cuenten con la certificación de buceo que avale los estándares de seguridad para esta actividad.	
<b>SOL-A-14</b>	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, y de acuerdo a la NOM-05- TUR-2003, NOM-09-TUR-2002 y la NOM-010-TUR-2001, se limitará el número de buzos que visiten cada arrecife a un máximo de visitas de acuerdo al obtenido por la capacidad de carga efectiva calculada conforme a estudios ecológicos específicos de áreas particulares del arrecife.	
<b>SOL-A-15</b>	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	Las actividades que se propone, no contemplan el uso de kayaks, pedalones y artefactos de baja velocidad.
<b>SOL-A-16</b>	En la práctica de actividades acuáticas en el arrecife, se evitará el uso de bloqueadores y bronceadores no biodegradables.	
<b>SOL-A-17</b>	Para proteger la integridad de los arrecifes someros, las actividades acuáticas recreativas en sitios con profundidades menores a 3 metros requieren del uso permanente del chaleco salvavidas.	Estos criterios no se consideran vinculables al proyecto, debido a que no se pretende la realización de ninguna de las actividades descritas en estos.
<b>SOL-A-18</b>	En las lagunas arrecifales y a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas, exceptuando los canales de navegación autorizados, se evitará la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos como	

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	acuamotos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores.	
SOL-A-19	Se evitará el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkelero masivos, dado que representan un peligro para la integridad de las estructuras coralinas arrecifales.	
SOL-A-20	En la práctica de actividades recreativas como buceo libre, autónomo y natación, se evitará que los visitantes porten o usen guantes y cuchillos.	
SOL-A-21	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, las actividades de buceo libre y autónomo solamente serán con fines de observación, y se deberán realizar a una distancia mayor a un metro del fondo o de las estructuras arrecifales.	
SOL-A-22	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	
SOL-A-23	Todas las actividades que requieran el uso de embarcaciones motorizadas en zonas someras, deberán cumplir con los límites de velocidad establecidos por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos en las lagunas arrecifales.	<p>En el proyecto se emplearán embarcaciones para todas las actividades contempladas, las cuales navegarán por los canales permitidos fuera de formaciones arrecifales, por lo que no se afectarán estos ecosistemas.</p> <p>Asimismo, estas respetarán la velocidad permitida en zonas someras por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos.</p> <p>No se contempla el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas.</p>
SOL-A-24	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales y evitar los daños generados por el uso de anclas, las embarcaciones sólo podrán amarrarse a las boyas designadas para tal fin, autorizadas por la autoridad competente (SCT y SEMARNAT). En caso de no existir boyas autorizadas, el anclaje de embarcaciones sólo podrá realizarse en zonas de arenales y ceibadales.	
SOL-A-25	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	
SOL-A-26	Se evitará el anclaje de embarcaciones.	
SOL-A-27	Se debe evitar la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o	En el proyecto no considera la realización de torneos, concursos o eventos náuticos, por lo que este criterio no aplica.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	subacuáticos a una distancia mínima de 200 metros de las zonas arrecifales someras con profundidades menores a 3 metros.	
<b>SOL-A-28</b>	Se evitará la navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 metros en las lagunas arrecifales y arrecifes.	En el proyecto se contempla el uso de embarcaciones de 60 pies (18 m), 2 remolcadores de 200 pies (61m), 2 chalanes o plataformas de 300 pies (91.5m) y 2 embarcaciones de apoyo de 10 a 15 pies de eslora, para la etapa de construcción del proyecto.
<b>SOL-A-29</b>	La velocidad máxima de las embarcaciones será de 4 nudos en lagunas arrecifales y en áreas de buceo, evitando navegar por encima de los buzos que se encuentren bajo el agua.	<p>Estas embarcaciones no son mayores, por lo que no cuentan con estos dispositivos.</p> <p>Una vez concluida la construcción, no se usarán embarcaciones.</p> <p>Cabe señalar que la laguna arrecifal por donde se moverá esta embarcación corresponde a la del área de influencia directa del proyecto donde solamente hay laja con macroalgas, ya que no crecen pastos marinos en ella.</p> <p>Se contempla respetar la velocidad máxima establecida por la Capitanía de Puerto de la zona.</p>
<b>SOL-A-30</b>	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	<p>En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arrenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>.</p>



Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
		 <p data-bbox="829 674 1440 779">Figura 9. Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto.</p> <p data-bbox="829 810 1440 978">La superficie de afectación de Laja con macroalgas somero, es de 2.842 m<sup>2</sup>, correspondiente a los 58 pilotes sobre los que se soportará la pasarela o plataforma de madera.</p> <p data-bbox="829 1010 1440 1209">Ahora bien, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.</p>  <p data-bbox="829 1661 1440 1766">Figura 10. Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto en la parte de la ZOFEMAT.</p>
SOL-A-31	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo	Durante las actividades que se proponen no se realizará la recolección (Definición: acción de juntar cosas dispersas), remoción (Definición:

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
	en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente.	eliminar), trasplante (Definición: quitar una planta de un sitio para plantarla en uno diferente, realizar el traslado de un órgano de un individuo a otro), de organismos vivos, muertos o materiales naturales. Tampoco se arrojarán residuos o sustancias al mar.  Solamente se considera el rescate (Definición: liberar de daño o molestia) y reubicación (Definición: trasladar desde un punto hacia otro), de los organismos que al momento de la preparación del sitio se ubiquen en el área de desplante del proyecto, como aquellos organismos de lento desplazamiento o sésiles que pudieran encontrarse en el área específica de desplante, o bien, que se pudieran localizar en las cercanías y que por ello, puedan ser susceptibles de daño.
<b>SOL-A-32</b>	Durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, las embarcaciones procurarán navegar a una velocidad no superior a 4 nudos, para evitar la afectación a dicha fauna.	Las embarcaciones navegarán a una velocidad menor a 4 nudos para evitar afectaciones a las tortugas marinas, dando cumplimiento a este criterio.
<b>SOL-A-33</b>	Se evitará tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales.	La zona arrecifal se encuentra a 1,860 m aproximadamente de la zona donde se llevarán a cabo las obras del proyecto, por lo que no se afectarán estas formaciones.
<b>CRITERIOS DE REGULACION ECOLOGICA PARA ZONAS PORTUARIAS</b>		
<b>SOL-P-1</b>	La acumulación y disposición de materiales producto del dragado autorizado para el mantenimiento de canales interiores se hará en los sitios designados para dicha acumulación y disposición, debiendo ser acondicionados previamente para contener y filtrar los sedimentos.	En el proyecto no se realizarán actividades de dragado o canalización, por lo que no se producirán materiales producto de dichas actividades.
<b>SOL-P-2</b>	Las actividades de dragado que tengan por finalidad la restauración, mantenimiento, limpieza de canales y bocas deberán aplicar medidas para minimizar los efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, las especies de fauna y la calidad del agua.	En el proyecto no se realizarán actividades de dragado o canalización, sin embargo, contempla la utilización de mallas antidispersión, que serán colocadas en los sitios que se requieran con el objetivo de contener los sedimentos que se dispersen durante las actividades de extracción de arena, bombeo y vertido en la playa.
<b>SOL-P-3</b>	Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras.	El proyecto no implica actividades turísticas y/o pesqueras, por lo que no es aplicable este criterio.
<b>SOL-P-4</b>	En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo.	El promovente se da por enterado de esta medida.

Clave	Criterios generales	Propuesta de cumplimiento
SOL-P-5	Las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de los residuos producidos durante su construcción, operación y mantenimiento.	En caso de generar residuos peligrosos, se dispondrán de manera adecuada. Durante las actividades que se proponen se generará un volumen bajo de residuos, los cuales serán separados y los que sean susceptibles de reciclaje serán destinados a empresas dedicadas a esta actividad o se entregarán al municipio. De igual manera diariamente se recolectarán los residuos sólidos dispersos en el sitio cuyo origen sea ajeno al proyecto.
SOL-P-6	Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores.	En el proyecto se pretende el uso de embarcaciones menores, las cuales será resguardadas en Puerto Calica.
SOL-P-7	Las instalaciones portuarias deberán contar con un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar. Para su uso se coordinarán con las autoridades competentes.	No se contempla la construcción de infraestructura portuaria.

#### 1.3.4 Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050.

El área de estudio se localiza en el Centro de Población y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo Tomo III, Número 110 extraordinario Ter, Séptima Época, de fecha 20 de diciembre de 2010, sin embargo, este no se encuentra dentro de un uso de suelo asignado, según la delimitación de la cartografía de dicho instrumento, obtenida de la página Bitácora Territorial de Quintana Roo<sup>1</sup> y proyectada en el programa ArcGis para el análisis detallado de la ubicación y aplicación de normatividad vigente.

<sup>1</sup> <https://groo.gob.mx/sedetus/bitacoraterritorial/pdu-centro-de-poblacion-playa-del-carmen>, consultada el 25 de mayo de 2023.

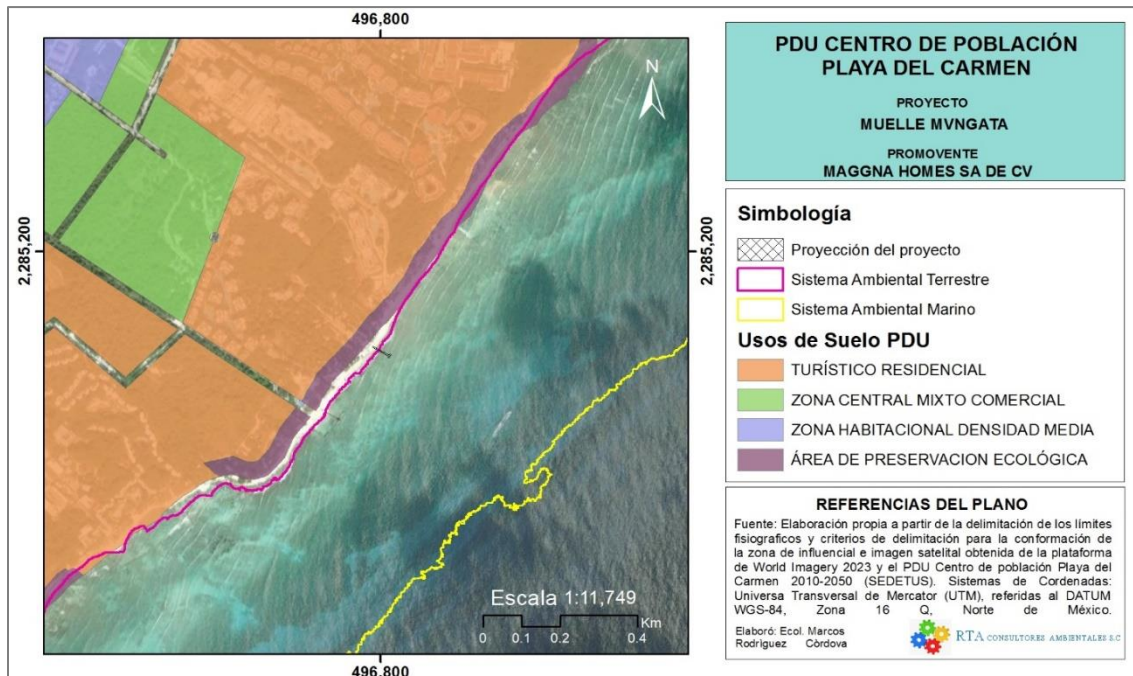


Figura 10. Ubicación del área del proyecto de acuerdo a la delimitación de Usos de Suelo del PDU del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050.

Es importante destacar en este Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen, que cualquier proyecto que se desarrolle dentro de los límites del municipio, deberá sujetarse a las disposiciones que establezca el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, respecto a los criterios ambientales tanto generales como específicos.

Por lo antes expuesto, y toda vez que el proyecto propuesto en esta MIA-P, consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

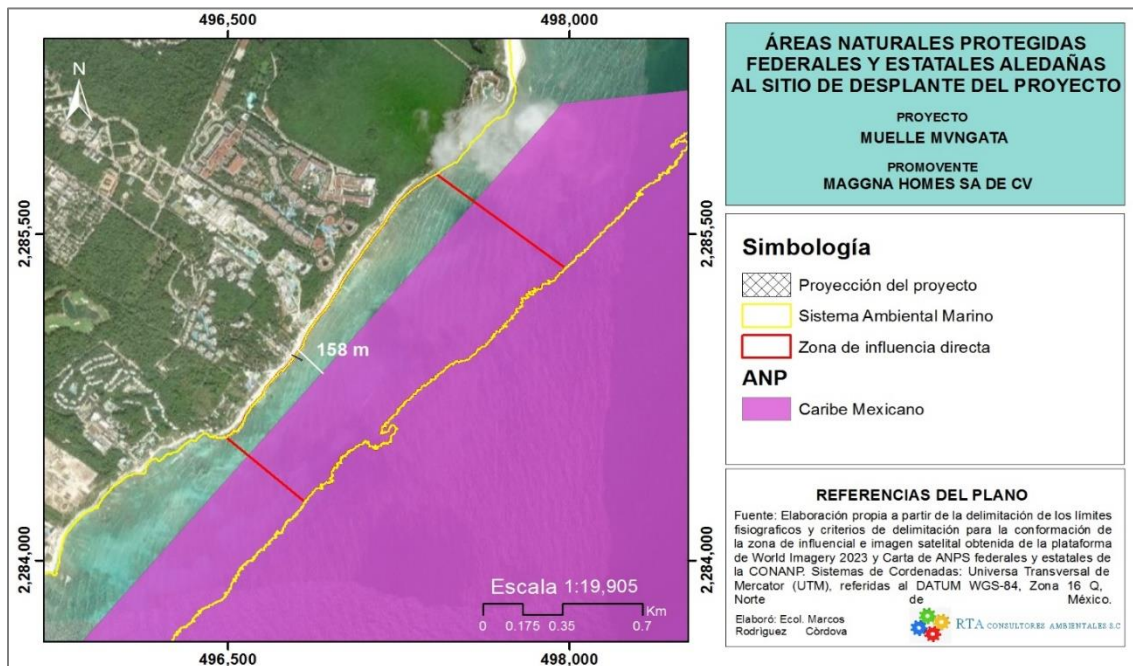
Se procede a la vinculación del proyecto con las disposiciones que establezca el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, respecto a los criterios ambientales tanto generales como específicos, tal como se indica por el PDU del centro de población de Playa del Carmen.

Al mismo tiempo, resulta importante mencionar que la construcción del muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T",

presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espolo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

### 1.3.5 Decretos de Áreas Naturales Protegidas.

El área de desplante del proyecto se encuentra ubicada fuera de cualquier Área Natural Protegida. El ANP más cercana al sitio de desplante, es el polígono de la Reserva de Biosfera del Mar Caribe, decretada como Área Natural Protegida el día 7 de diciembre de 2016, la cual se encuentra a 158 m lineales mar a dentro (Figura 11). por lo que no corresponde realizar la vinculación del proyecto con este instrumento normativo.



**Figura 11.** Ubicación del sitio del proyecto con respecto a las ANP's Federales y Estatales aledañas al sitio de desplante del proyecto.

### 1.3.6 Normas Oficiales Mexicanas.

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

Cuadro 10. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

CUMPLIMIENTO	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
			P Y C	O		
Ambiental	NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.			Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.	Para cumplir estas normas se verificarán las características de los residuos peligrosos que se generen y serán separados de acuerdo con su tipo.
	NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.			Es de observancia durante la separación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.	También se verificará que no existan residuos incompatibles en los contenedores de separación.
	Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.			Esta norma es de observancia ya que no se registraron en el sitio especies enlistadas en la misma. Sin embargo, dentro del SA si se registraron especies de corales enlistadas en la Norma.	Se dará prioridad a las actividades de rescate de flora y fauna de las especies enlistadas en esta norma. También se llevarán a cabo actividades de monitoreo de estas especies y se promoverá su protección.
	NOM-041-SEMARNAT-2006	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan			Esta norma es aplicable para vehículos que utilizan gasolina como combustible. Se excluye la maquinaria utilizada para la construcción.	Para verificar que se cumpla con esta norma, se solicitarán los comprobantes de mantenimiento preventivo.

CUMPLIMIENTO	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
			P Y C	O		
		gasolina como combustible				
	NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.			Esta norma es aplicable para vehículos que utilizan diésel como combustible. Se excluye la maquinaria utilizada para la construcción.	Para verificar que se cumpla con esta norma, se solicitarán los comprobantes de mantenimiento preventivo. Se registrará la presencia de humo negro de los vehículos.
Seguridad e higiene	NOM-018-STPS-2015.	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.			Es de observancia, ya que aplica a todos los centros de trabajo donde se manejen sustancias químicas peligrosas.	Se tomará como referencia para la señalética durante el manejo de sustancias químicas peligrosas que se utilicen en la construcción del proyecto.
	NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.			Es de observancia en todo momento una vez que se inicien las obras y actividades del proyecto, para evitar cualquier accidente de trabajo o riesgos a la salud.	Estas normas se toman como referencia para verificar que el personal utilice el equipo de protección personal adecuado y se tomen las medidas necesarias para evitar incendios.
	NOM-002-STPS-2010.	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.				

### 1.3.7 Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en Riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

El día 14 de noviembre de 2019 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de Especies en Riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Esta modificación implicó el cambio de categoría de algunas especies y se incluyeron otras especies que no estaban en la norma.

Esta norma tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, asimismo, establece los criterios para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión, o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional.

A continuación, se definen las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Ley General de Vida Silvestre (Cuadro 6).

Cuadro 11. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica según la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2010 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
<b>Especie amenazada</b>	Aquellas (especies y poblaciones) que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat, o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
<b>Especie en peligro de extinción</b>	Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.



Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2010 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
Protección especial	No viene definido en el Artículo 3.	Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
Endémica	No viene definido en el Artículo 3.	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN).

De acuerdo con la caracterización marina del proyecto, se registraron tres especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el SA del proyecto, pero fuera del área de influencia directa del proyecto.

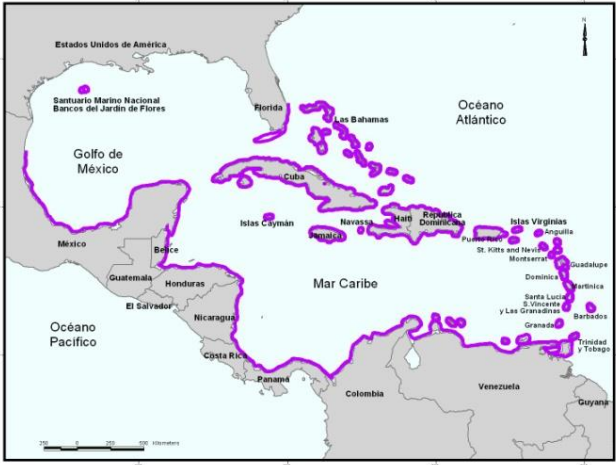
Cuadro 12. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que están presentes en el SA del proyecto, fuera de la zona de desplante y área de influencia del proyecto.

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución dentro del SA
Corales duros (escleractinios)	<i>Acropora palmata</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
	<i>Acropora cervicornis</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
Corales blandos (gorgonáceos)	<i>Plexaellura homomalla</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal

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

Cuadro 13. Ficha de *Acropora palmata*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

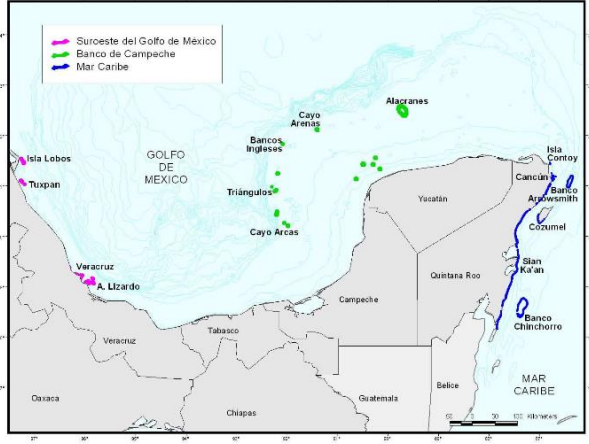
Especie:	<i>Acropora palmata</i>
Nivel de protección:	Pr (Sujeta a protección especial)
Distribución en el SA	Se registró en la rompiente arrecifal, en la estructura arrecifal del SA.
Hábitat de la especie	Esta especie de desarrolla en las partes someras de los arrecifes (0-5 m profundidad), de modo que su función como constructores arrecifales determina en gran medida la formación de la zona más elevada de la estructura conocida como cresta arrecifal. Esta especie fue muy escasa en todo el SA.  Durante todas las actividades del proyecto se contempla el uso de embarcaciones, las cuales navegarán por los canales permitidos

Especie:	<b><i>Acropora palmata</i></b>
	fuera de zonas arrecifales. Para el traslado de la arena del banco hacia la playa, se estableció una ruta de navegación en la zona del cantil, que se encuentra retirada de las estructuras arrecifales, para evitar cualquier afectación.
Población de la especie	Las colonias de <i>Acropora palmata</i> que se encuentran dentro del SA forma parte de una misma metapoblación que abarca toda el área del Caribe, incluyendo las costas de Quintana Roo, Belice, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Cuba, Miami, Republica Dominicana, Haití, Jamaica y las Antillas menores ( <i>Acropora Biological Review Team, 2005; Baums et al., 2005, 2006 y 2006b</i> ). Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto adverso significativo sobre la población de la especie <i>Acropora palmata</i> .
Patrón de distribución de la especie	<p>El patrón de distribución de la especie <i>Acropora palmata</i> abarca el Golfo de México y el Mar Caribe (<i>Acropora Biological Review Team, 2005 y PACE Acroporas, CONANP, 2009</i>). Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto adverso significativo sobre la población de la especie <i>Acropora palmata</i>.</p>  <p>Tomado del PACE-Acporas, CONANP, 2009.</p>
Alimentación, reproducción y comportamiento	<p>En cuanto a la alimentación, esta especie cubre sus requerimientos mediante 2 fuentes: autótrofa (mediante la acción fotosintética de sus algas simbiotas) y heterótrofa (captura de plancton mediante los tentáculos e ingerido por el pólipo) (Porter, 1976).</p> <p>Ambos procesos de alimentación podrían verse alterados por el proyecto debido a la generación de sedimentos en el área inmediata a las colonias. Por un lado, las partículas en suspensión reducen la transparencia de agua, y por tanto la penetración lumínica, lo cual puede afectar el proceso fotosintético. Por otro lado, esas partículas en suspensión pueden reducir la capacidad de los pólipos para atrapar las partículas del plancton al quedar cubiertos por el</p>

<b>Especie:</b>	<b><i>Acropora palmata</i></b>
	<p>sedimento, generando en las colonias una producción excesiva de moco como defensa. Sin embargo, se contempla colocar mallas antidispersión en los sitios donde se podrían generar sedimentos, por lo que la función de alimentación no se verá afectada por el proyecto.</p> <p>Las especies del género <i>Acropora</i> son hermafroditas simultáneas con un ciclo anual de gametogénesis. En cuanto a la época de reproducción, esta especie libera sus gametos a finales del verano, los cuales flotan, de modo que en la superficie del agua se lleva a cabo la fecundación externa, y posteriormente la larva pasa a formar parte del plancton. Sin embargo, de manera particular existen observaciones detalladas sobre la reproducción de las especies del género <i>Acropora</i> en donde se han registrado dos eventos reproductivos al año, siendo uno entre julio y agosto, y otro tardío en el mes de septiembre; esta liberación sincrónica de gametos ocurre unos días después de la luna llena de estos 3 meses, durante la noche, entre las 9 y 10 pm (CONANP, 2009).</p> <p>Considerando lo anterior, y que las obras que se proponen estarán alejadas de los arrecifes, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p> <p>La especie <i>A. palmata</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el SA.</p>
<p>Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie</p>	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacera, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>A. palmata</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>

Cuadro 14. Ficha de *Acropora cervicornis*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.


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

Especie	<b><i>Acropora cervicornis</i></b>
	<p>Caribe, incluyendo las costas de Quintana Roo, Belice, Costa Rica, Cuba, EUA, al sur de Florida, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, y Republica dominicana. Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Acropora cervicornis</i>.</p>
<p>Patrón de distribución</p>	<p>El patrón de distribución de la especie <i>Acropora cervicornis</i> abarca el Golfo de México y el Mar Caribe (Acropora Biological Review Team, 2005 y PACE Acroporas, CONANP, 2009). Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de esta especie.</p>  <p>Se muestra la distribución de la especie en México. Tomado del PACE-Acroporas, CONANP, 2009.</p>
<p>Alimentación, reproducción y comportamiento.</p>	<p><i>Acropora cervicornis</i>, al igual que muchos otros corales, presenta una relación simbiótica única con las algas zooxantelas. Estas algas microscópicas viven al interior del cuerpo de los pólipos ayudando a su crecimiento. Como estas algas requieren luz para fotosintetizar, la intensidad luminosa de la columna de agua juega un papel muy importante en la selección del sitio por parte del pólipo. El carbono pasa por las algas al coral incrementando la energía y el alimento capturado por el coral puede proveerle de nitrógeno y fósforo para ambos organismos.</p> <p><i>Acropora cervicornis</i> se reproduce tanto sexual como asexualmente. La primera etapa de la reproducción es sexual, la cual ocurre cuando millones de espermatozoides son liberados al medio. La liberación de gametos se produce durante el mes de agosto. Algunos de estos gametos son atraídos al interior de otros pólipos cercanos. Los huevos producidos por los pólipos son fertilizados, desarrollando una larva que flota libremente en la columna de agua. Esta larva se llama plánula, es pequeña y tiene forma de bulbo. La larva cambia constantemente de forma mientras se encuentra flotando a la deriva. Tiene la boca en la parte más ancha, la parte terminal superior. Presenta cilios que baten constantemente, lo que le permite mantenerse en la superficie. Las</p>

<b>Especie</b>	<b><i>Acropora cervicornis</i></b>
	<p>plánulas que sobreviven a los predadores se establecen sobre un sustrato adecuado mediante un disco de fijación. Una vez sobre el sustrato, comienzan a secretar una sustancia blanca con la que forman el esqueleto externo, se cementan al sustrato, empiezan a desarrollar tentáculos y a crecer para formar pólipos maduros. Una vez que el esqueleto está formado, los pólipos fundadores o pólipos sexuales comienzan a multiplicarse por métodos asexuales. <i>Acropora</i> forma ramas, las cuales se convierten en pólipos hijos formándose como pequeños capullos.</p> <p>Considerando lo anterior, y que las obras que se proponen estarán alejadas de los arrecifes, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p> <p>La especie <i>A. cervicornis</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el SA.</p>
<p>Capacidad de los ecosistema para no comprometer la supervivencia de la especie</p>	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacería, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>A. cervicornis</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>
<p>Nota</p>	<p>Como parte de la comunidad arrecifal, estabiliza la playa, protege la zona costera y forma parte de la zona de crianza, alimentación y refugio de muchas especies de peces arrecifales.</p>

Cuadro 15. Ficha de *Plexaura homomalla*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

<b>Especie:</b>	<b><i>Plexaura homomalla</i></b>
<p>Nivel de protección:</p>	<p>Pr (Sujeta a protección especial)</p>
<p>Distribución en el SA</p>	<p>Se registró en zonas de laja con gorgonáceos, laja con pedacería y en la rompiente arrecifal del SA.</p> <p>La categoría de raro se atribuyó dado que solamente se observó 1 ejemplar.</p>
<p>Hábitat de la especie</p>	<p>El hábitat en el que se desarrollan las colonias de este gorgonáceo de la especie <i>P. homomalla</i> se encuentra en la parte somera de los arrecifes del Mar Caribe, en las áreas agitadas pero protegidas de oleaje y marejada muy fuerte, características que se encuentran en la zona del Arrecife Posterior, cuando existe una barrera bien formada (Jordán, 1977).</p>

<b>Especie:</b>	<b><i>Plexaura homomalla</i></b>
	<p>La forma de la colonia sufre un cambio conforme el grado de energía en el movimiento del agua aumenta. Este cambio va de forma de arbusto a forma de candelabro.</p>
<p>Población de la especie</p>	<p>La definición de poblaciones para la especie <i>Plexaura homomalla</i> no está bien definida, aunque se conoce que su distribución ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe (Jordán, 1977b).</p> <p>Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Plexaura homomalla</i>.</p>
<p>Patrón de distribución de la especie</p>	<p>El patrón de distribución de la especie <i>Plexaura homomalla</i> ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe. Chávez-Ortíz (2002) reportan que la especie se distribuye principalmente en los arrecifes de la costa Este de la Península de Yucatán, en los arrecifes de la Sonda de Campeche y en los arrecifes del SW del Golfo de México.</p>  <p>Tomado de Chávez-Ortíz (2002c).</p> <p>Dada la dimensión del proyecto, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de esta especie.</p>
<p>Alimentación, reproducción y comportamiento</p>	<p>En cuanto a la alimentación, esta especie cubre sus requerimientos de manera heterótrofa (captura de plancton mediante los tentáculos e ingerido por el pólipo) (Porter, 1976). Este proceso de alimentación podría verse alterado por el proyecto debido a la generación de sedimentos en el área inmediata a las colonias, ya que pueden reducir la capacidad de los pólipos para atrapar las partículas del plancton al quedar cubiertos por el sedimento. La colocación de las mallas de antidispersión en las zonas que se requieran, se prevé que evitará esta perturbación, por lo que la función de alimentación no se verá afectada por el proyecto.</p> <p>En cuanto a los aspectos reproductivos se tiene que <i>P. homomalla</i> es una especie dioica, con un ciclo reproductivo anual entre los meses de julio y agosto (20 a 25 días), con fecundación externa. Los óvulos maduros fertilizados dan origen a una plánula, la cuales pueden dispersarse con</p>

<b>Especie:</b>	<b><i>Plexaura homomalla</i></b>
	<p>las corrientes. La edad de maduración sexual se alcanza entre los 4 y 11 años (entre 25 y 35 cm de altura). (Martín, 1981)</p> <p>Las obras que se proponen estarán alejadas de las zonas arrecifales, no se prevé ninguna afectación de esta especie y los otros corales durante su época reproductiva.</p> <p>La especie <i>P. homomalla</i> es un organismo sésil, por lo que los aspectos relacionados con el comportamiento son limitados. Se considera que el proyecto no presenta ninguna actividad o proceso que pudiera afectar el comportamiento de estos organismos en el área de estudio.</p>
<p>Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie</p>	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacera, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>P. homomalla</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>

Cuadro 16. Ficha de *Plexaurella dichotoma*, especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujeta a protección especial.

<b>Especie</b>	<b><i>Plexaurella dichotoma</i></b>
<p>Nivel de protección</p>	<p>Pr (sujeta a protección especial)</p>
<p>Distribución en el SA</p>	<p>Esta especie se registró en las praderas de pastos marinos dentro del SA, donde es escasa. La categoría de raro se atribuyó dado que solamente se observó 1 ejemplar.</p>
<p>Hábitat de la especie</p>	<p>Suelen habitar en sustratos rocosos o fondos blandos, con su base enterrada en el sedimento, en suelos arenosos o grietas de rocas. Entre 1 y 68 m de profundidad, y en un rango de temperatura entre 20.51 y 27.8° C.</p>
<p>Población de la especie</p>	<p>La definición de poblaciones para la especie <i>Plexaura homomalla</i> no está bien definida, aunque se conoce que su distribución ocurre a nivel de la región zoogeográfica del Caribe.</p> <p>Dada la dimensión del proyecto, así como de sus áreas de influencia directa e indirecta, se considera que no tendrán ningún efecto significativo sobre la población de la especie <i>Plexaurella dichotoma</i>.</p>
<p>Patrón de distribución</p>	<p>Se distribuyen en aguas tropicales del océano Atlántico occidental; en Florida, Golfo de México, el Caribe y Brasil.</p>
<p>Alimentación, reproducción y comportamiento.</p>	<p>Gorgonia de tallos gruesos y ramificación dicotómica. Las puntas de las ramas son alargadas. Las aberturas de los pólipos se encuentran ligeramente levantadas. Color café claro.</p> <p>Las colonias son dicotómicamente ramificadas y tupidas, de hasta 80 cm de altura. Las ramas finales son rígidas y romas, a veces con forma de</p>

Especie	<i>Plexaurella dichotoma</i>
	<p>maza en sus extremos; 10-15 mm de diámetro. Dependiendo del hábitat, las ramas pueden ser cortas y torcidas o largas y rectas. Las aberturas, de 1-1.5 mm de diámetro, suelen estar ligeramente elevadas, pero también pueden estar a nivel con la superficie; estrecho y rajado.</p> <p>Para esta especie, sus principales depredadores son los caracoles <i>Cyphoma gibbosum</i> (caracol lengua de flamenco) y <i>Cyphoma signatum</i>.</p> <p>Se reproducen asexualmente mediante fragmentación, y sexualmente, lanzando al exterior sus células sexuales. En este tipo de reproducción, la mayoría de los corales liberan óvulos y espermatozoides al agua, siendo por tanto la fecundación externa. Los huevos, una vez en el exterior, permanecen a la deriva arrastrados por las corrientes varios días, más tarde se forma una larva plánula que, tras deambular por la columna de agua marina, se adhiere al sustrato y comienza su vida sésil, metamorfoseándose a pólipo, replicándose después por gemación, generando un esqueleto, y dando origen así a la colonia coralina.</p>
<p>Capacidad de los ecosistemas para no comprometer la supervivencia de la especie</p>	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA (zonas arrecifales, zonas de laja con macroalgas, gorgonáceos, sedimentos, pedacaría, arenales y praderas de pastos marinos) de modo que pueda comprometer la supervivencia de la especie <i>P. dichotoma</i>, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que permiten la existencia de esta especie, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>

#### 1.4 2.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA ET AL. 2000).

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

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



### 1.4.1 2.4.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

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

El Sistema Ambiental Terrestre propuesto para el proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Corredor Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km<sup>2</sup> (Figura 12).

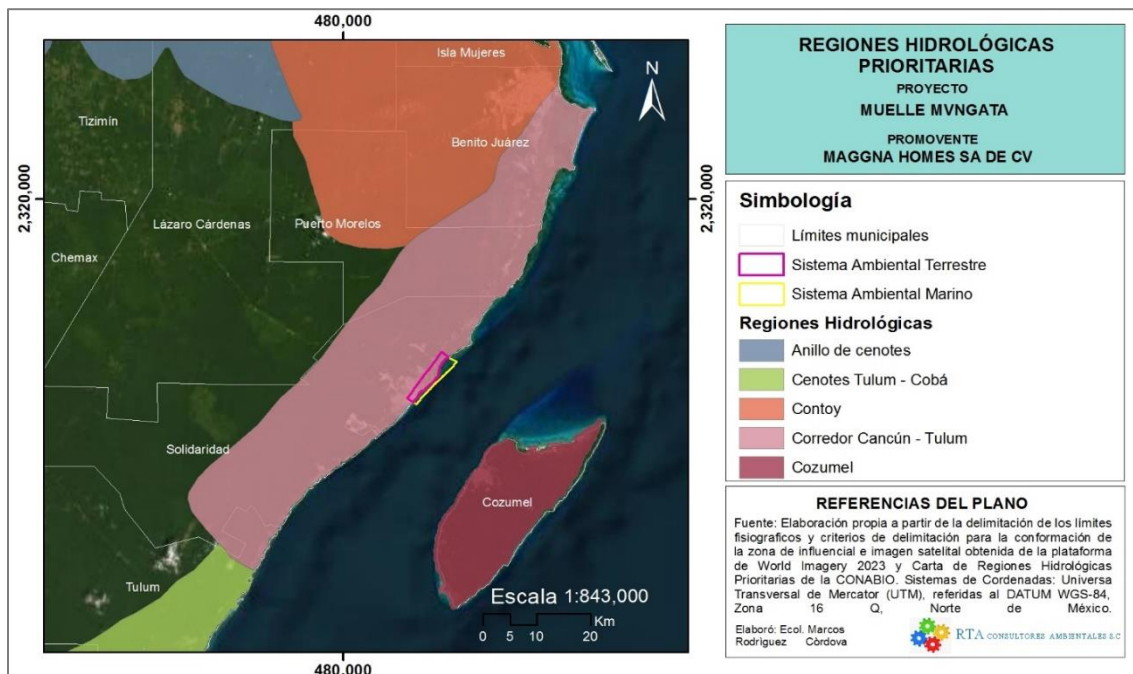


Figura 12. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

Lénticos:	Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas

Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: <i>Acacia globulifera</i> , <i>Acoelorrhaphe wrightii</i> , <i>Annona glabra</i> , <i>Atriplex cristata</i> , <i>Bactris balanoidea</i> , <i>ramón Brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , <i>chaca Bursera simaruba</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Cameraria latifolia</i> , <i>Capparis flexuosa</i> , <i>C. incana</i> , <i>Coccoloba réflex flora</i> , <i>C. uvifera</i> , palma <i>nakax Coccothrinax readii</i> , <i>Cordia sebestena</i> , <i>Crescentia kujete</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Cyperus planifolius</i> , <i>Dalbergia glabra</i> , <i>Eugenia lundellii</i> , palo de tinte <i>Haematoxylum campechianum</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Hyperbaena winzerlingii</i> , <i>Ipomoea violacea</i> , chicozapote <i>Manilkara zapota</i> , chechén <i>Metopium brownei</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P. chiricana</i> , palma <i>Pseudophoenix sargentii</i> , mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , palma chit <i>Thrinax radiata</i> . La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como <i>Amphora ovalis</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cymbella turgida</i> , <i>Diploneis puella</i> , <i>Eunotia maior</i> , <i>E. monodon</i> , <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>G. lanceolatum</i> , <i>Nitzchi ascalaris</i> , <i>Synedra ulna</i> y <i>Terpsinoe musica</i> . Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo <i>Antromysis (Antromysis) cenotensis</i> ; el anfípodo <i>Tulumella unidens</i> ; el palemónido <i>Creaseria morleyi</i> ; los decápodos <i>Typhlatya mitchelli</i> y <i>T. pearsei</i> ; los copépodos <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Eucyclop sagilis</i> , <i>Macrocyclus albidus</i> , <i>Mastigodiatomus mustexensis</i> , <i>Mesocyclop sedax</i> , <i>Mesocyclop ssp.</i> <i>Schizopera tobae cubana</i> , <i>Thermocyclops inversus</i> , <i>Tropocyclops prasinus mexicanus</i> , <i>T. prasinus</i> ; los ostrácodos <i>Candonocypris serratomarginata</i> , <i>Chlamydotheca mexicana</i> , <i>Cypridopsis niagrensis</i> , <i>C. rhomboidea</i> , <i>Cyprinotus putei</i> , <i>C. symmetricus</i> , <i>Darwinulaste vensoni</i> , <i>Eucypris cisternina</i> , <i>E. serrato marginata</i> , <i>Herpeto cypris meridiana</i> , <i>Meta cypris americana</i> , <i>Stenocypris fontinalis</i> , <i>Strandesia intrepida</i> , <i>S. obtusata</i> ; de peces como los cíclidos <i>Archocentrus octofasciatus</i> , <i>Cichlasoma friedrichsthalii</i> , <i>C. robertsoni</i> , <i>C. salvini</i> , <i>C. synspilum</i> , <i>C. urophthalmus</i> , <i>Petenia splendida</i> y <i>Thorichthys meeki</i> ; los poecílicos <i>Belonesox belizanus</i> , <i>Gambusia yucatanana</i> , <i>Heterandria bimaculata</i> , <i>Poecilia mexicana</i> , <i>P. orrii</i> <i>P. petenensis</i> ; la anguila americana <i>Anguilla rostrata</i> , el carácido <i>Astyanax aeneus</i> y el bagre <i>Rhamdia guatemalensis</i> . Endemismos del isópodo <i>Bahalana mayana</i> ; de los anfípodos <i>Bahadzia bozanici</i> , <i>Mayaweckelia cenotocola</i> , <i>Tuluweckelia</i>

	<p><i>cernua</i>; del ostrácodo <i>Danielopolina mexicana</i>; del remípedo <i>Speleonectes tulumensis</i>; del termosbenáceo <i>Tulumella unidens</i>, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces <i>Astyanax altior</i>, la brótula ciega <i>Ogilbia pearsei</i>, la anguila <i>Ophisternon infernale</i>, <i>Poecilia velifera</i>; de aves el pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, el loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, que junto con el manatí <i>Trichechus manatus</i> se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama <i>Caretta caretta</i>, blanca <i>Chelonia mydas</i>, laúd <i>Dermochelis coriacea</i> y el merostomado <i>Limulus polyphemus</i>. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa <i>Boa constrictor</i>, huico rayado <i>Cnemidophorus cozumela</i>, garrobo <i>Ctenosaura similis</i>, iguana verde <i>Iguana iguana</i>, casquito <i>Kinosternon scorpioides</i>, mojina <i>Rhinoclemmys areolata</i>, jicotea <i>Trachemys scripta</i>; las aves loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, garceta de alas azules <i>Anas discors</i>, carao <i>Aramus guarauna</i>, aguililla cangrejera <i>Buteogallus anthracinus</i>, hocofaisán <i>Crax rubra</i>, el trepatroncos alileonado <i>Dendrocincla anabatina</i>, garcita alazana <i>Egretta rufescens</i>, halcón palomero <i>Falco columbarius</i>, el gavilán zancudo <i>Geranospizac aerulescens</i>, el bolsero yucateco <i>Icterus auratus</i>, el bolsero cuculado <i>I. cucullatus</i>, zopilote rey <i>Sarcoramphus papa</i>, golondrina marina <i>Sterna antillarum</i>, <i>Strixnigro lineata</i> y los mamíferos mono aullador <i>Alouatta pigra</i>, mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, grisón <i>Galictis vittata</i> y oso hormiguero <i>Tamandua mexicana</i>.</p>
Aspectos económicos:	Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.

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

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la “T”, presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espero de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

También se menciona, que el muelle no contara con instalaciones de energía eléctrica o

instalaciones hidráulicas, pero sin contar con las señalizaciones correspondientes que indica la capitanía de puerto para el uso y operación de muelles.

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

*- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

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

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

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

**Vinculación con el proyecto:** No se hará uso ilegal de estos recursos. Las palmas de coco registradas en la zona de playa, se mantendrán en pie, pues estas no interfieren con las obras que contempla el proyecto.

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

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

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

#### 1.4.2 2.4.2. Regiones Marinas Prioritarias.

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El Sistema Ambiental Terrestre definido para el proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 13).

**Estado(s):** Quintana Roo

**Extensión:** 1005 km<sup>2</sup>

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

Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"

**Clima:** cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

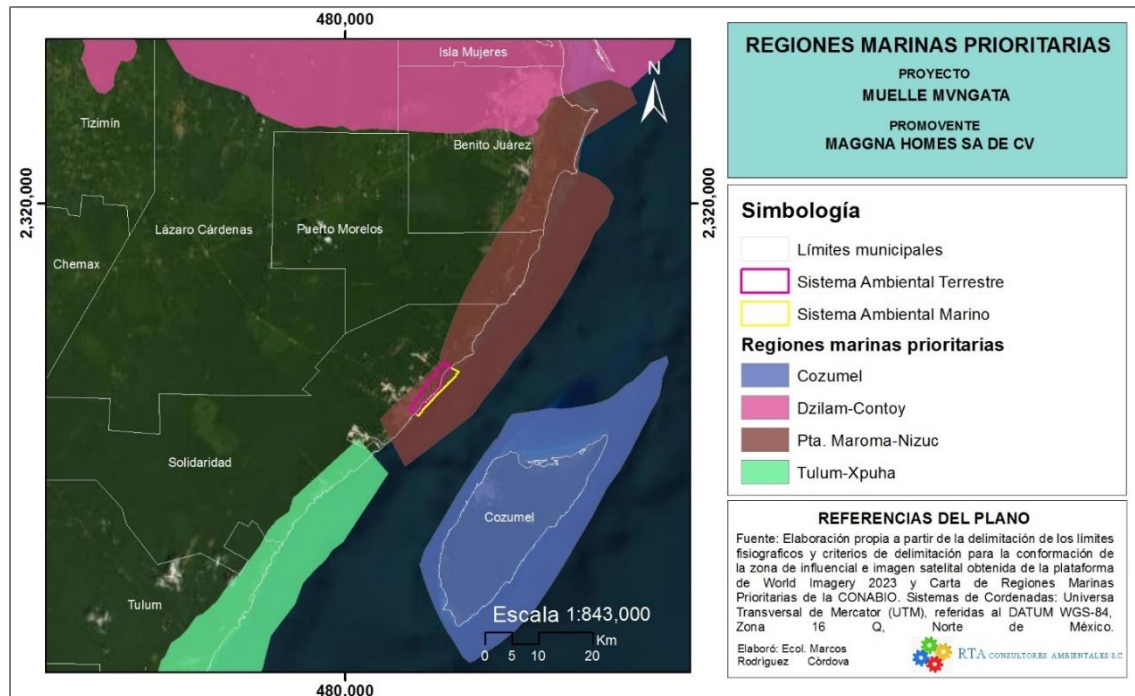
**Geología:** placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

**Descripción:** arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.

**Oceanografía:** predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

**Biodiversidad:** moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.

**Aspectos económicos:** zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.



**Figura 13.** El área del proyecto se ubica en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

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

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.

La formación arrecifal más próxima al área de desplante del proyecto, se encuentra a 1,860 m al norte, dentro del SA pero fuera del área de influencia directa.

El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*.

La superficie de afectación de Laja con macroalgas somero, es de 2.842 m<sup>2</sup>, correspondiente a los 58 pilotes sobre los que se soportará la pasarela o plataforma de madera.

Ahora bien, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

**Contaminación:** *por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

**Vinculación con el proyecto:** Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos, con el fin de evitar problemas de contaminación del suelo y del agua. Se utilizarán sanitarios portátiles para el manejo de las aguas residuales, a razón de uno por cada 25 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Las aguas residuales serán trasladadas y entregadas a una planta de tratamiento para su disposición final. De acuerdo con lo anterior, no se realizarán descargas de aguas residuales y los sanitarios se mantendrán limpios.

**Uso de recursos:** *presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chacmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto no pretende realizar actividades de pesca. El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espolo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

**Especies introducidas:** *de Cassuarina spp y Columbrina sp.*

**Vinculación con el proyecto:** No se realizará la introducción de especies exóticas invasoras tanto en la zona terrestre como en la zona marina. El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto

permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

**Conservación:** Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La Laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

**Grupos e instituciones:** UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka'an A.C, Gema.



## **CAPITULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.**

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

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “**Muelle MVNGATA**”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna terrestre y marina presentes en el SA; además se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del SA, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortofotomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización ambiental del Sistema Ambiental del proyecto. Además, se realizó la vinculación del SA con los instrumentos de planeación y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP.

## 2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

La delimitación del SA tiene como objeto, tener un espacio finito y concordante con las dimensiones del proyecto que se somete a evaluación, sobre el cual se realizó una descripción clara y precisa de los elementos naturales del sistema ambiental incluyendo los componentes antrópicos y los aspectos socioeconómicos del área, bajo el entendido de que estos últimos, son relevantes en los procesos de transformación del medio natural en una escala de tiempo ecológico. Adicionalmente, el SA nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

La delimitación del SA para el proyecto, se hizo tomando en consideración los elementos del paisaje, es decir, lo biótico, abiótico y antrópico. En este sentido el SA está compuesto por dos componentes ambientales, el terrestre y el marino, los cuales se definieron a partir de los elementos físicos del paisaje y la unidad fisiográfica denominada Punta Chunchuen – Punta Xcalacoco, ajustando sus límites para comprender los elementos que comprenderá el proyecto “**Muelle MVNGATA**” y el área de influencia inmediata.

### 2.1. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto** El proyecto se pretende llevar a cabo en la franja costera marina, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

- **Límites del polígono terrestre del SA:** Para la porción terrestre del polígono del SA, se consideraron límites antropogénicos que han fragmentado los ecosistemas. Teniendo los siguientes límites fisiográficos: Norte, la fragmentación del humedal referido al desarrollo turístico que se encuentra en la zona. Al sur, con la Av. Constituyentes que conduce al “Muelle Constituyentes”, donde salen y arriban embarcaciones que cruzan a la Isla de Cozumel. Al Oeste, la carretera Federal 307, al Este con el Mar Caribe.

De igual forma, dicha delimitación se consideró en función de las características ambientales y funcionales de la unidad fisiográfica Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros.

En cuanto al límite norte del SA, se delimitó en función de la infraestructura turística que fragmenta la unidad de humedales costeros referidos en el párrafo anterior.

- **Límites del polígono marino del SA:** hacia el Norte, se consideró el límite de la UGA M2 del Programa de Ordenamiento Ecológico corredor Cancún – Tulum. Aunado de la unidad fisiográfica Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco, misma que se encuentra delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción de litoral y cuya existencia está delimitada por estructuras coralinas tipo bordeantes y zonas rocosas que generan un ambiente de baja energía. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona en forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud en sentido Norte-Sur (Juárez *et al.*, 2006), y en algunas zonas bidireccional dependiendo del oleaje dominante.

El límite Sur, se estableció cinco mil metros hacia el sur en línea recta hasta el muelle denominado “Muelle Constituyentes”, donde salen y arriban embarcaciones que cruzan a la Isla de Cozumel, al mismo tiempo, este muelle se consideró como el límite artificial más cercano después de la saliente de Punta Xcalacoco.

Hacia el Oeste, se tomó como límite la isobata de -20m de profundidad de acuerdo a la Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak CONABIO, (25/04/2017). Finalmente, hacia el Este, únicamente se consideró la línea de la pleamar.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, lo cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. Mientras que, para el componente marino, se realizó una caracterización a partir de una prospección marina, estudios de batimetría e hidrología, además de la fotointerpretación de una imagen satelital. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección marina, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

Conforme a lo anterior, se construyó en Sistema Ambiental.

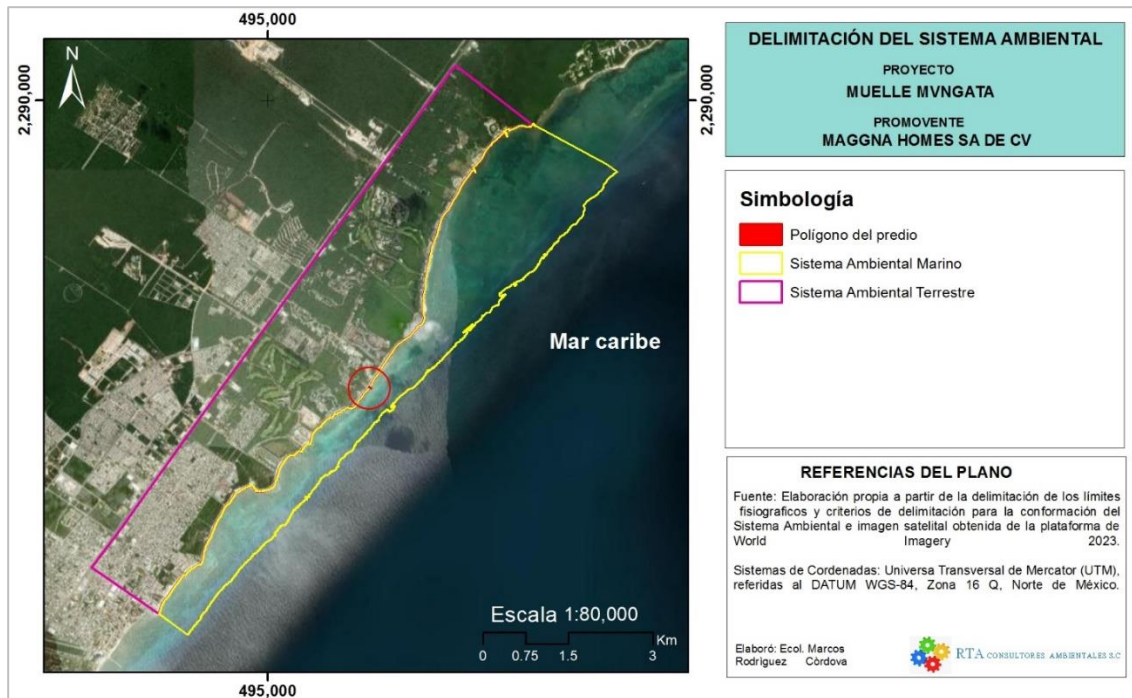


Figura 1. Se muestra el polígono del SA en su porción terrestre y marina.

El Sistema Ambiental del proyecto cuenta con una superficie de 2,938.94 ha, de las cuales una superficie de 1,789.82 ha (60.99%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 1,149.12 ha (39.01%) corresponden al componente marino (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies del Sistema Ambiental

Sistema Ambiental	Superficie	
	Ha	%
Terrestre	1,789.82	60.99
Marino	1,149.12	39.01
<b>Total</b>	<b>2,938.94</b>	<b>100.00</b>

Tomando como fundamento lo expuesto anteriormente a continuación, se presenta el Análisis del Sistema Ambiental. Dicho sistema ambiental forma parte de la denominada Riviera Maya o Corredor Cancún-Tulum y abarca la zona costera comprendida entre Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco en el Municipio de Solidaridad del estado de Quintana Roo.

### 3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) TERRESTRE

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “Muelle MVNGATA”, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona en la que se ubicará la infraestructura propuesta para el proyecto.

### 3.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SA TERRESTRE.

Partiendo del sistema de información geográfica integrado para el SA, se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes cartas temáticas publicadas por el INEGI, CONANP y la CONABIO, además de otros sistemas cartográficos elaborados por instituciones gubernamentales y privadas.

#### 3.1.1 Clima.

Conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el SA en su parte terrestre presenta un clima Aw1 (x'), cálido subhúmedo, con lluvias en verano y bajo porcentaje de lluvia invernal, poca oscilación termina y máxima temperatura antes del solsticio de verano. Al mismo tiempo este clima presenta una temperatura media anual de 25.5 °C, con diferencias en las temperaturas medias mensuales entre el mes más frío y el más caliente de 5°C a 7°C, que lo ubica como isotermal con poca variabilidad. La precipitación media anual es de 1,224.7 mm.

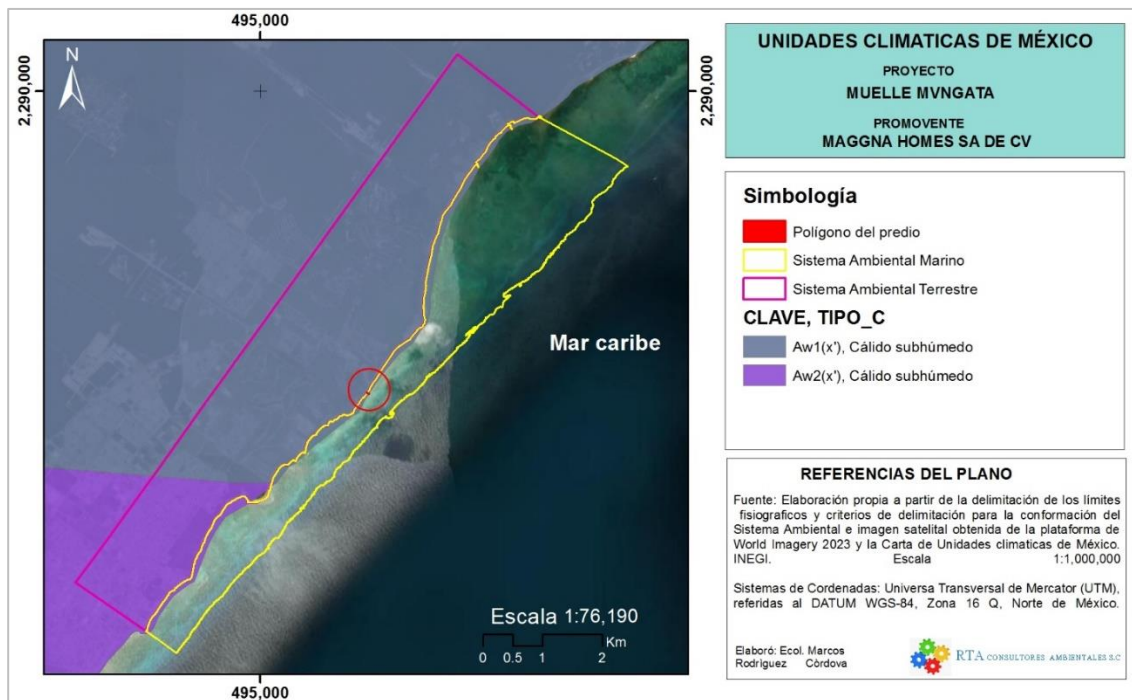


Figura 2. Se muestra la vinculación del SA con las Carta de Unidades Climáticas de México.

Temperaturas promedio, mensuales, anuales y extremas. De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23163 de la ciudad de Playa del Carmen, la temperatura máxima promedio anual para el 2016 es de 30.8 °C y la mínima promedio anual se reporta en 21.5 °C, mientras que la media mensual oscila de 26.1 °C. en cuanto a la temperatura máxima extrema; para el 2016 se reportaron 37.0 °C para el mes de agosto, en tanto que la temperatura mínima extrema fue de 17.4 °C en el mes de noviembre de ese mismo año.

Precipitación promedio, mensual, anual y extrema. En cuanto a la precipitación, en el último año de registro (2016), se reportó una precipitación media anual de 904.1 mm.

Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas; la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de noviembre a abril, en la cual la precipitación promedio mensual llego los 47.6 mm en el mes de diciembre. La segunda temporada es estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 231.1 mm, destacándose octubre como el mes con mayor precipitación.

Evaporación. Existe un índice de evapotranspiración total de entre 1000 a 1100 mm anuales; por lo que el agua proveniente de la precipitación se pierde casi en su totalidad dando lugar a un posible déficit de recarga. En el último año de registro para el índice de evaporación con el que se cuenta es el año 2015, en este se reportó que la evaporación promedio mensual fue de 83.5 mm, mientras que la evaporación total anual llego a 250.5 mm.

En la Figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento promedio de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1998 al 2018.

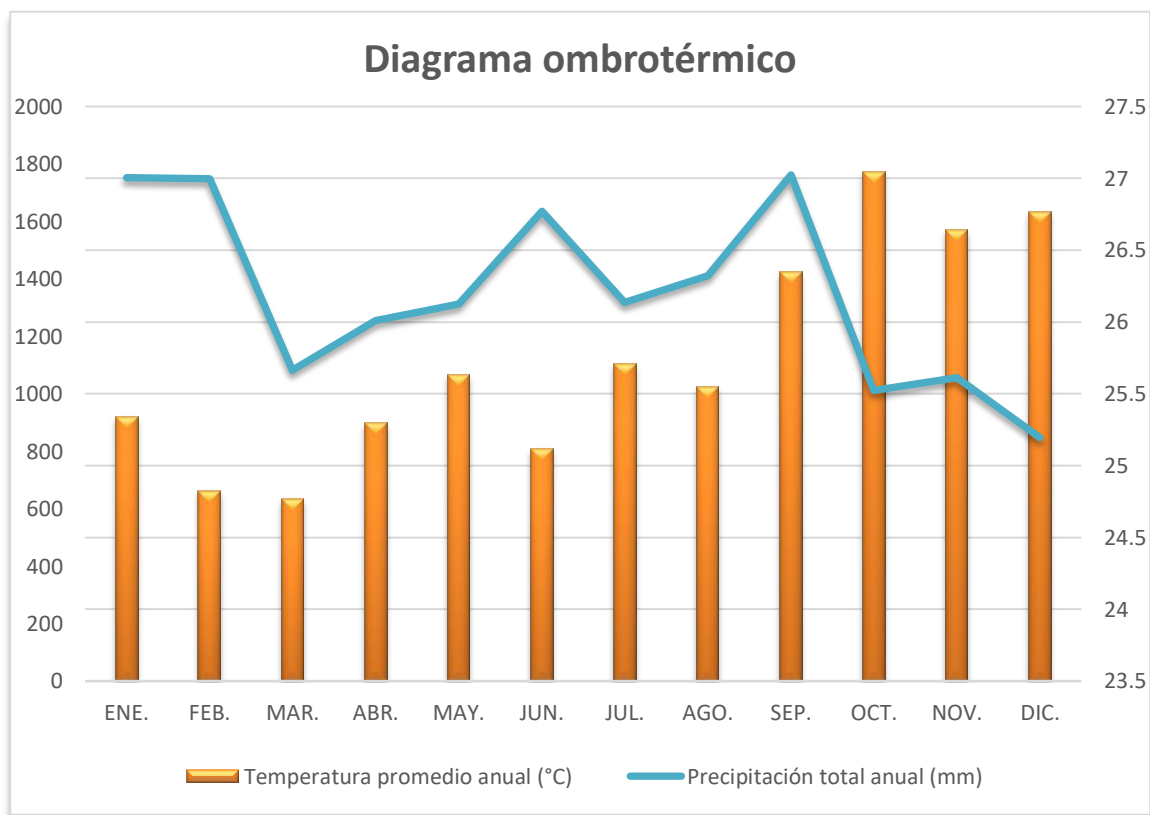


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23163 de Playa del Carmen para el periodo 1998 al 2018.

Humedad relativa. Los valores medios de la humedad relativa están en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente en la zona, siendo la humedad relativa promedio anual de 84%.

**Vientos dominantes y eventos climáticos extremos.** El viento en aguas abiertas fue variable con direcciones preferentes del Este, Noreste y Sureste con velocidades promedio de 6.16m/s sin embargo, durante los meses de agosto a octubre se presentaron vientos máximos de hasta 30 m/s atribuidos a paso de tormentas tropicales. Al igual que el oleaje, durante los meses de octubre a marzo se presentaron eventos esporádicos de viento proveniente del Norte con velocidades más intensas de lo normal (eventos denominados Nortes). Si además consideramos que el viento extremo es todo aquél viento que excede 2 veces la desviación estándar más el promedio de la velocidad (10.54 m), encontramos que solo el 3% de los datos se consideran viento de tormenta (Tecnoceano, 2017)

La zona se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos debido a su posición geográfica, que la hace vulnerable a huracanes y tormentas tropicales, así como a “nortes” y suradas o “surestes”. Entre los Huracanes que se distinguen por su efecto en la zona del proyecto pueden citarse a los Gilberto en 1988, Roxana en 1995, Emily y Wilma en 2005, y Dean en 2007.

### 3.1.2 Fenómenos Climatológicos.

El SA definido para el proyecto es impactado por varios eventos climatológicos: huracanes, tormentas tropicales, nortes, y suradas o surestes.

Los huracanes son eventos climatológicos susceptibles de impactar cada año el sistema ambiental. En retrospectiva, los huracanes más importantes que han afectado el SA durante los últimos 30 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán.

Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, situación que aconteció en algunas partes del sistema después del paso del huracán Gilberto y Wilma principalmente.

En la zona donde se encuentra el predio de interés, se tienen registros del paso de los ciclones que se expresan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Registro de Huracanes en el estado de Quintana Roo.

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
1995	Roxana	Tulum	3	185
1996	Dolly	Felipe carrillo puerto	1	125
2000	Keith	La unión	1	140

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	5	324
2007	Dean	Mahahual	5	270
2008	Arthur	Cozumel y Cancún	Tormenta tropical	65
2010	Karl	Norte de calderitas	3	195
2011	Rina	Cozumel y Chetumal	3	175
2012	Ernesto	Mahahual	1	140
2016	Earl	Sur de Chetumal	Tormenta tropical	63
2017	Franklin	Chetumal	Tormenta tropical	95
2020	Gamma	Sur de Tulum	Tormenta tropical	110
	Delta	Puerto Morelos	2	175
	Zeta	Chemuyil, Tulum	1	130
2021	Grace	Tulum	1	130

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Las suradas o surestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

### 3.1.3 Radiación o Incidencia Solar.

Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses de abril a julio, con 525 ly/día, donde ly = Langley = constante solar = 1.4, Cal/gr/cm<sup>2</sup>/min. En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, existe una diferencia entre el Norte y Sur de la zona; para la Porción Norte los valores mínimos se presentan en diciembre y enero, con 375 ly/día; para la Porción Sur, se trata de los mismos meses y la variación es de 400 ly/día o sea que los valores registrados para la Porción Norte son ligeramente más



bajos que los de la Porción Sur, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. También para el Norte se han registrado un número menor de días despejados (de 50 a 100 días al año).

En el invierno la radiación solar promedio en el Norte es de 400 ly/día y en el Sur es un poco mayor de 425 ly/día, los registros para las demás estaciones son iguales en toda la región, así tenemos que la mayor intensidad se presenta durante el verano, con 525ly/día, en el otoño es de 450 ly/día y en la primavera de 500 ly/día. Por todo lo anterior, se deduce que la distribución de la radiación total en la región durante el año, depende tanto de la posición del Sol como de la distribución de la nubosidad en las diferentes estaciones. Los máximos de energía se reciben en los meses de abril a julio, coincidentes con el desplazamiento aparente del Sol hacia el norte, lo que se traduce en días más largos, de creciente energía, distribuida en forma homogénea cuando no existe orografía importante en la región (Ilizaliturri,1999).

Con relación a la calidad del aire en la zona no existen estudios o datos sobre este tema, sin embargo, puede decirse que, debido a la condición costera de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), la calidad del aire para la región es en general muy buena y libre de contaminantes.

#### **3.1.4 Geología, Geomorfología y Fisiografía.**

El SA se encuentra dentro de la Provincia Geomórfica Zona Costera, la cual comprende gran parte de la Costa Oriente de la Península de Yucatán, misma que contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

De acuerdo con las Cartas Geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, el área del SA está compuesta en su totalidad por rocas de tipo Caliza (cz), Litoral (li) y Lacustre (la) originadas en el periodo cuaternario (Q) y Terciario Pleistoceno (Tpl); esta clasificación se refiere al tipo de depósito que se puede observar en superficie; sin embargo, las calizas del terciario se pueden encontrar dentro del predio a cierta profundidad, por debajo de las calizas del cuaternario.

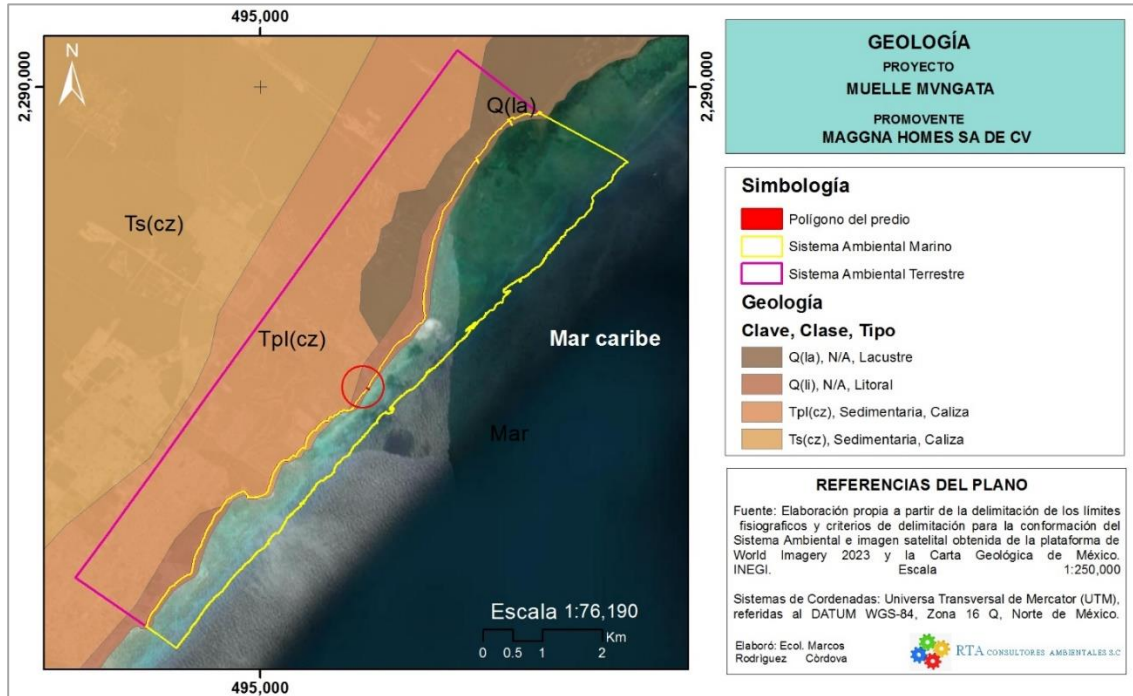


Figura 4. Se muestra la vinculación del SA con la Carta Geológica.

Ahora bien, el relieve del SA está representado por una superficie plana clasificada como llanura rocosa de piso rocoso o cementado que representa el 100% de la superficie total del SA terrestre.

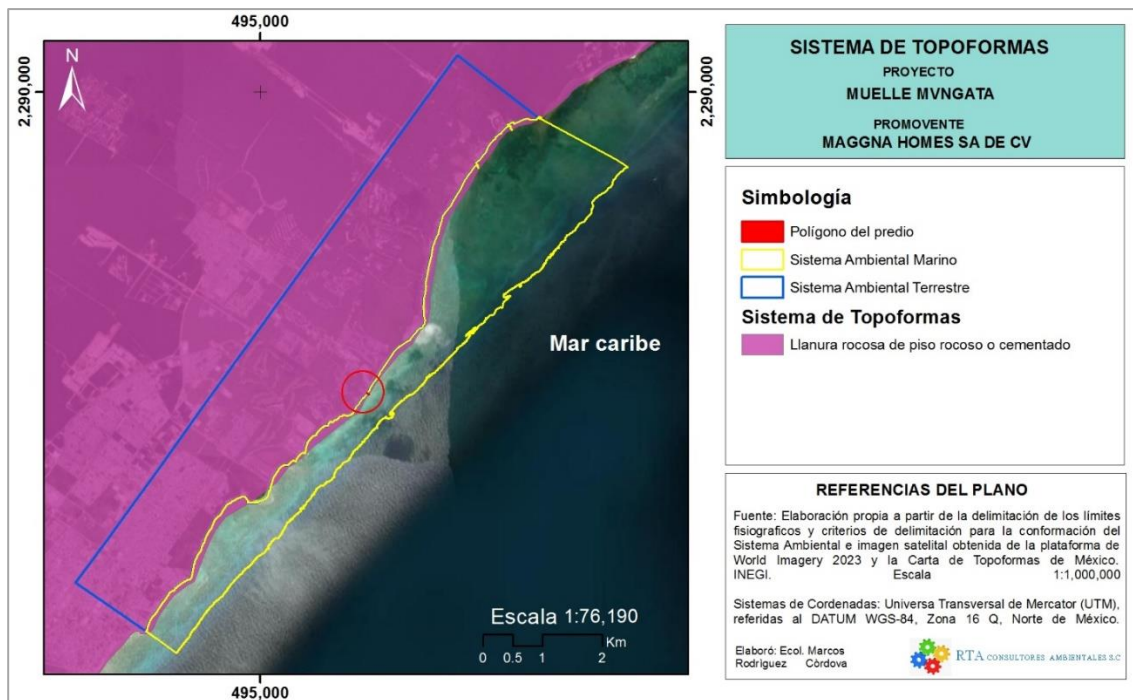


Figura 5. Se muestra la vinculación del SA con la Carta de Sistema de Topoformas del INEGI.

El SA pertenece a la Subprovincia Llanuras con Dolinas, es una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente descendente hacia el oriente, altura media de 5m.s.n.m. y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones. Esta

Subprovincia se distingue por su topografía cárstica, que presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (cenotes), en algunas de las cuales asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de un sistema de drenaje superficial y sólo en algunas áreas se ha formado una red hidrográfica desintegrada y mal definida; otras áreas son inundables.

La fisiografía de la planicie costera es una amplia evidencia de la existencia de una planicie de paleodunas de playas que se formaron a partir de una costa de arena. Los granos del material sedimentario son muy parecidos a los que se encuentran en una costa con depósitos conglomerados.

Durante el cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez, misma que limita de manera natural el polígono del SA, por el borde interno de la planicie ondulada de antiguas playas o litorales, la cual se extiende paralela a la costa con predominio de selva baja de transición y selva baja subperennifolia.

Hacia la costa, converge con la planicie o llanura de inundación, la cual presenta una amplia extensión de cuerpos de agua perennes, cubierta de manglar mixto, y manglar rojo, con presencia de matorral costero. El límite del SA está dado por el frente supralitoral.

En el SA afloran depósitos carbonatados del cuaternario, representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada.

### **3.1.5 Edafología.**

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que presenta los siguientes tipos de suelo: Rendzinas (E) y Solonchal (Zg+).

Las rendzinas son suelos someros de tipo arcilloso con profundidades no mayores a 50 cm que descansan sobre roca caliza. Se sabe que las rendzinas pueden ser el resultado de la intemperización o erosión de la roca caliza (en dado caso producto de un litosol); por lo que se puede intuir que hacia el continente el suelo es rendzínico como resultado de la intemperización de la roca caliza y el arrastre de partículas finas; mientras que hacia la costa la roca caliza es más joven con un menor grado de intemperización. En suelo natural, hacia la costa se deben observar afloramientos de roca; así como zonas en donde la barra arenosa descansa sobre roca caliza.

Los suelos de tipo Solonchak, Literalmente suelos salinos, se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo.

Cuadro 3. Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo (INEGI).

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. Se caracterizan por ser de color negro, ligeramente ácidos, poco profundos con altos contenidos de arcilla, y abundante humus sobre la capa superficial, con alta susceptibilidad a la erosión.
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypico. Una característica es que tienen poca susceptibilidad a la erosión.

A la zona costera del SA le corresponden depósitos carbonatados del cuaternario principalmente del Pleistoceno conformado superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor.

En cuanto a la estructura, textura, fases, pH, porosidad, capacidad de retención del agua, salinización y capacidad de saturación del suelo en el SA puede decirse que los suelos Solonchak de los bajos inundables que caracterizan a la Unidad son de tipo arenoso-margoso, color gris claro, con drenaje deficiente por lo que pueden permanecer inundados ya entrada la temporada seca del año y un pH ácido debido a la cantidad de materia orgánica en descomposición que puede encontrarse en estas zonas de humedales.

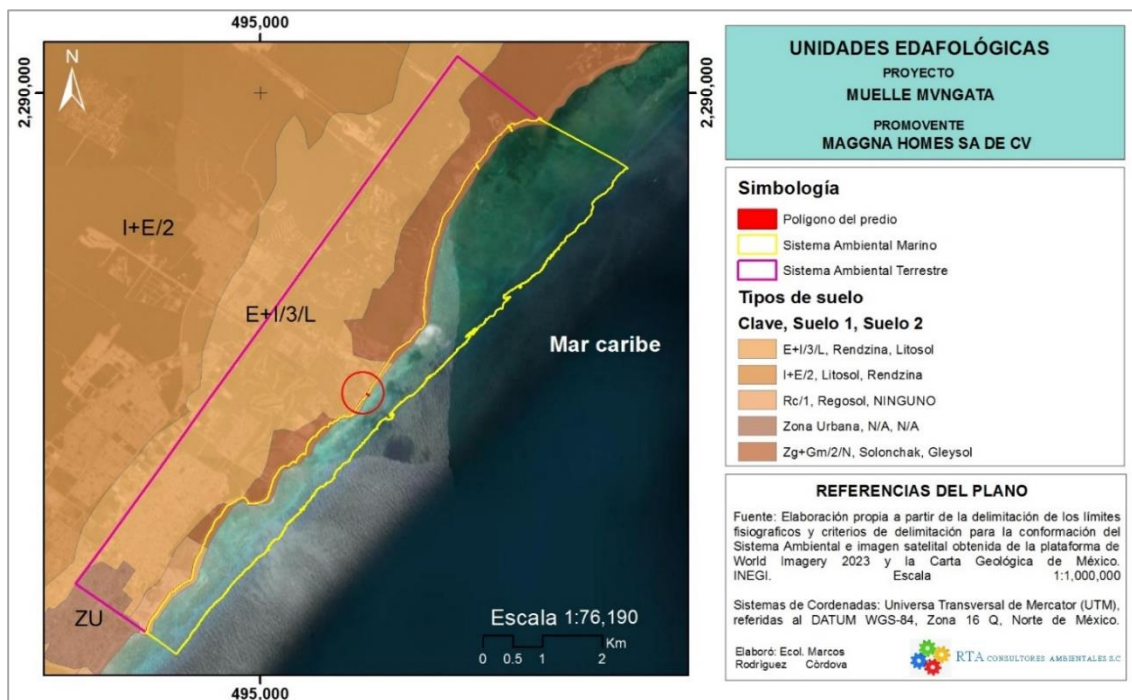


Figura 6. Se muestra la vinculación del SA con las Carta Edafología del INEGI.

### 3.1.6 Hidrología.

El SA se ubica en la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)<sup>1</sup>.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33<sup>2</sup>, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: “a” Benito Juárez; “b” zona continental de Isla Mujeres; “c” Lázaro Cárdenas; “d” Solidaridad; “e” Tihosuco; y la “f” Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el SA se encuentra ubicado en la Subcuenca “a” Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 ha (Presidencia Municipal 2008-2010)<sup>3</sup>.

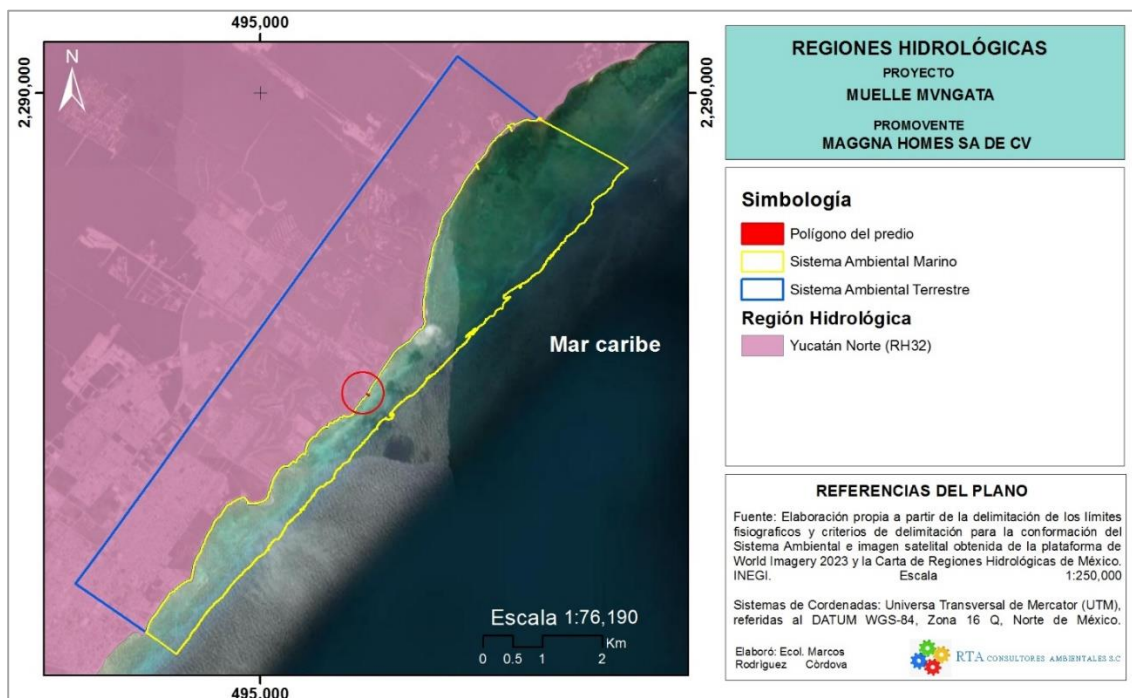


Figura 7. El SA se encuentra en la Región Hidrología 32, denominada Quintana Roo.

<sup>1</sup> SARH, *Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.*

<sup>2</sup> SARH, *Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.*

<sup>3</sup> *Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).*

## **Hidrología Subterránea Regional.**

El SA presenta los mismos patrones de hidrología que a escala regional de la península de Yucatán, es decir, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, reholladas, ojos de agua, cavernas y grutas. La relativamente alta precipitación y la gran capacidad de infiltración del sustrato son propicias para la renovación del agua subterránea y la recarga en grandes porciones del territorio, los pocos escurrimientos superficiales, suelen ser en cortos recorridos.

Los niveles estáticos del Estado de Quintana Roo son más grandes hacia la zona de Nuevo Xcan y Tres Reyes ubicados al Oeste del Estado de Quintana Roo, en la porción central de la Península de Yucatán. Hacia la zona de costa el agua se encuentra más somera. Las fluctuaciones estacionales muestran que el nivel del agua asciende hacia la temporada de lluvias (octubre y noviembre) y desciende en los meses de sequía (julio y agosto). Se observa que los puntos con mayor carga hidráulica se encuentran en el Tintal-Punta Laguna (cerca de Nuevo Xcan) y van disminuyendo hacia la costa en donde se registran hasta 0.90 m por encima del nivel medio del mar; a excepción de la zona costera central cerca de Puerto Aventuras en donde se alcanzan alturas de 1 msnm. A su vez se observa una disminución en el potencial hidráulico en dirección hacia Cobá y Héroes de Nacozari. El comportamiento estacional de la zona de estudio es similar en la temporada de lluvias y sequías; con ligeras deformaciones en las equipotenciales generadas; sin embargo, se mantiene la dirección preferencial hacia Cobá, y en la costa se mantiene el comportamiento irregular del potencial hidráulico en la zona costera central cercana a Puerto Aventuras.

El flujo del agua subterránea se presenta en direcciones rectangulares preferentes siguiendo el patrón de flujo predominante partiendo de las zonas del Tintal y Punta Laguna y siguiendo dos trayectorias: 1. La primera va en dirección NE-SW según el patrón de fracturamiento, que controla el flujo predominante hacia Cobá; hasta alcanzar las costas. 2. La segunda trayectoria de flujo es hacia Nuevo Xcan y Agua Azul inicialmente; luego siguiendo el patrón de fracturamiento varía su trayectoria hasta alcanzar la línea de costa. Se puede mencionar que la zona costera Norte del estado tiene un comportamiento hidráulico diferente al acuífero regional principal debido a que pertenece a una unidad geohidrológica diferente y tiene diferencias en su litología y características. Se puede definir un flujo principal que va de la zona del Tintal, Naranja hacia Punta Laguna controlado por el fallamiento principal NE-SW; este flujo es afectado por un patrón de fracturamiento secundario NW-SE alcanzando la línea de costa entre Akumal y Xel-Ha, donde se registran grandes descargas de agua subterránea. Otra zona de descarga importante se encuentra entre Playa del Carmen y Playa Paraíso. Este comportamiento es estable en tiempo; es decir, el flujo de agua subterránea se comporta de manera similar en temporada de sequías y de lluvias. Se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Cancún y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patrón de fracturamiento principal (NWSE). En esta zona la descarga de agua subterránea se observa perpendicular a la línea de costa.

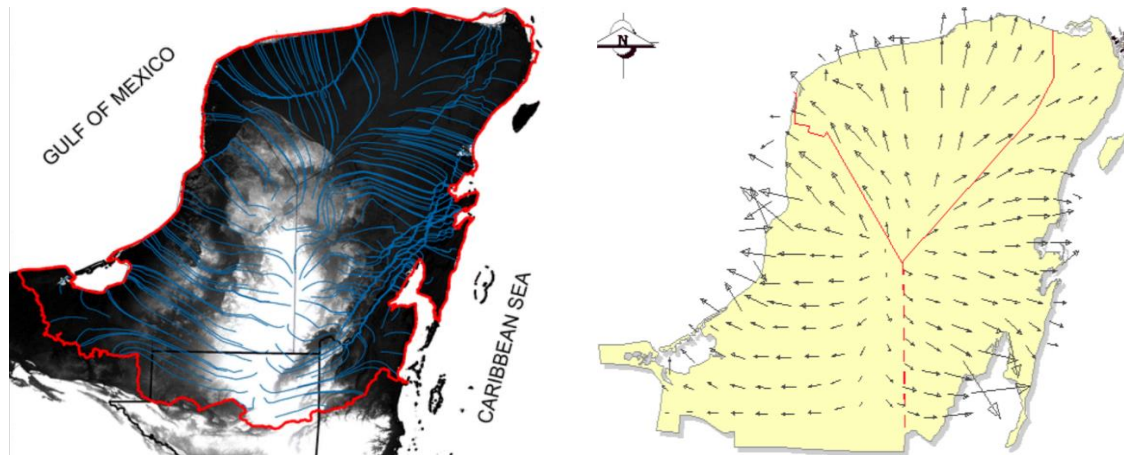


Figura 8. Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

De esta manera el drenaje subterráneo en la Península de Yucatán, constituye una red de drenaje subterráneo que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, como se muestra en la figura siguiente que relaciona la precipitación contra la variación del nivel freático en esta región.

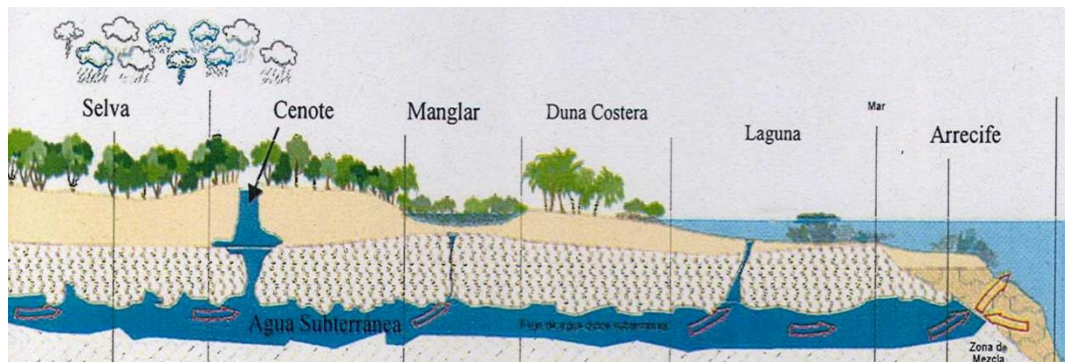


Figura 9. Esquema de los escurrimientos subterráneos de la península de Yucatán.

No obstante, a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto, convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación:

**Material consolidado con posibilidades altas:** Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano.

**Material no consolidado con posibilidades bajas:** Se encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.

La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

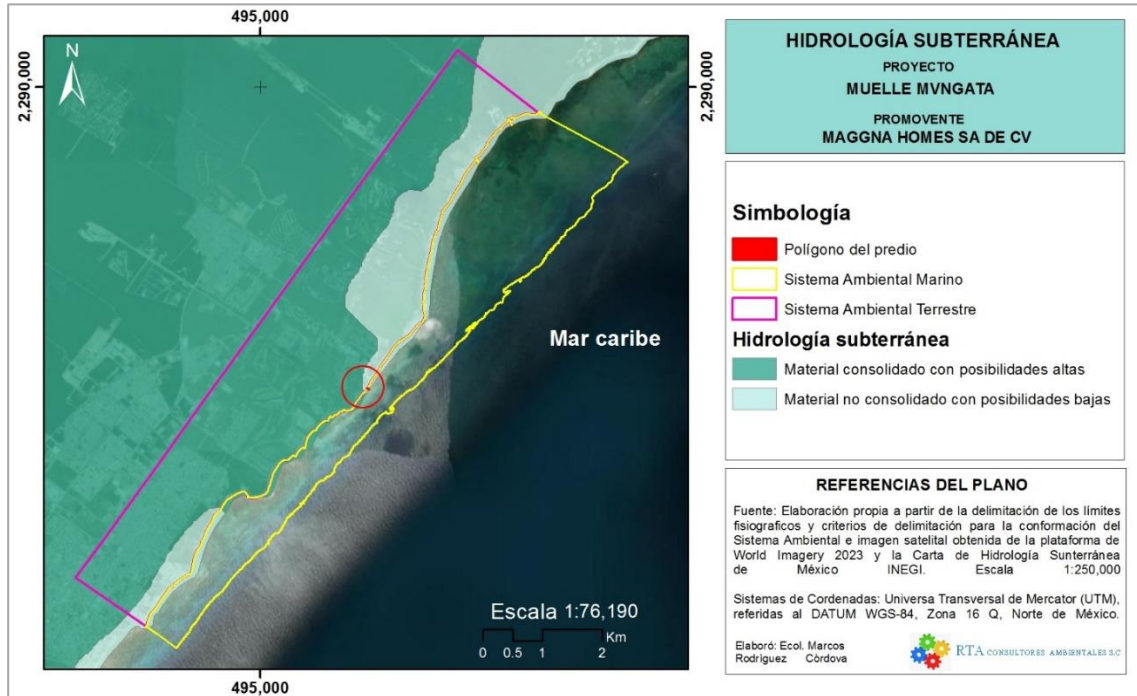


Figura 10. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

### **Hidrología Superficial Regional.**

Tal como se presenta en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, lo que permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales (Gutiérrez y Cervantes, 2008)<sup>4</sup>. Derivado de esto, se tiene que los coeficientes de escurrimiento presentes en SA y en específico en la zona del proyecto, son de 0 a 5%, lo cual señala que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno.

<sup>4</sup> Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. 2008b. Estudios Realizados en el Acuífero Norte de Quintana Roo, México, p9-35. En Gutiérrez M. A y Cervantes M. A. (Eds) Estudio Geohidrológico del Norte de Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Cozumel, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.



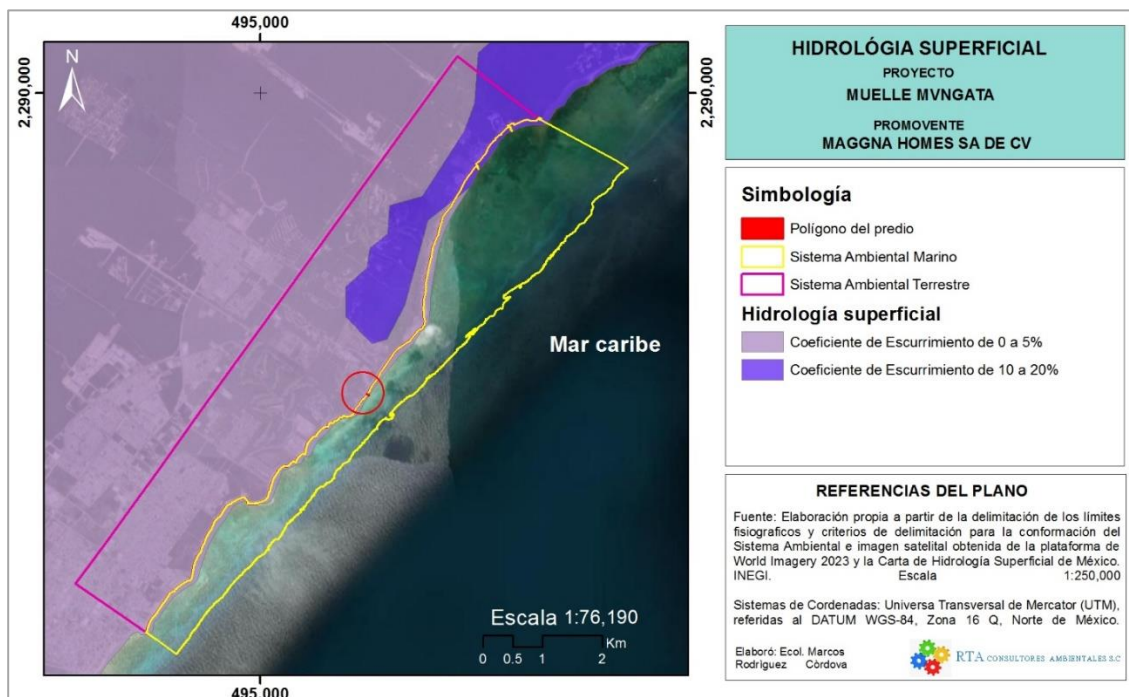


Figura 11. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

Hacia la zona costera se tiene la presencia de humedales que conforman zonas bajas o cuencas de manglar y cenotes abiertos. La porción terrestre del SA se encuentra prácticamente en una unidad hidrológica de Humedales. El origen de esta depresión son los cambios sucesivos del nivel del mar durante el período terciario. La presencia del agua contenida en dicha unidad hidrológica se debe a que la elevación topográfica del terreno desciende por debajo del potencial hidráulico del acuífero; lo que hace que las aguas freáticas afloren y den lugar a zonas de humedales perennes; esto contrasta con la idea de algunos estudios en donde se menciona que el agua acumulada en los humedales es principalmente aportada por la precipitación pluvial. A su vez, la existencia de bocas que conectan los humedales con el mar da lugar a un efecto de salinización estacional; no obstante, también se tiene salinización por medio de filtraciones subterráneas a través de la duna costera y a profundidad debido a las calizas cársticas.

### 3.2 MEDIO BIÓTICO DEL SA TERRESTRE.

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SA representa una superficie de 1,789.78 ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales y elementos antrópicos. A continuación, se hará una descripción de los componentes ambientales que conforman el SA terrestre, basándonos en la información cartográfica del INEGI, información bibliográfica y datos obtenidos de Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona y con autorización correspondiente.

#### 3.2.1 Tipos de Vegetación.

Por lo que respecta los tipos de vegetación identificados en el Municipio de Solidaridad corresponden con las características de la selva mediana subperennifolia, las selvas bajas, las sabanas, los manglares y la vegetación de dunas costeras. Las selvas medianas

y bajas son comunidades vegetales dominadas por árboles, plantas leñosas con tronco definido, que se desarrollan sobre suelos jóvenes, someros y ricos en materia orgánica, con pedregosidad y rocosidad aflorante, por lo que se agrupan para formar el ecosistema de Selva. Las sabanas y los manglares son comunidades vegetales que se desarrollan en suelos planos, inundados o sujetos a inundación temporal, por lo que se agrupan en el ecosistema de humedal. Mientras que, la vegetación de dunas costeras está formada por comunidades vegetales con dominancia herbácea y arbustiva que se desarrollan sobre un sustrato arenoso por lo que forman el ecosistema de dunas costeras<sup>5</sup>.

La vegetación del municipio se distribuye de acuerdo con las características geológicas, determinando con ello los tres tipos fisonómicos característicos que se ilustran en la siguiente figura:

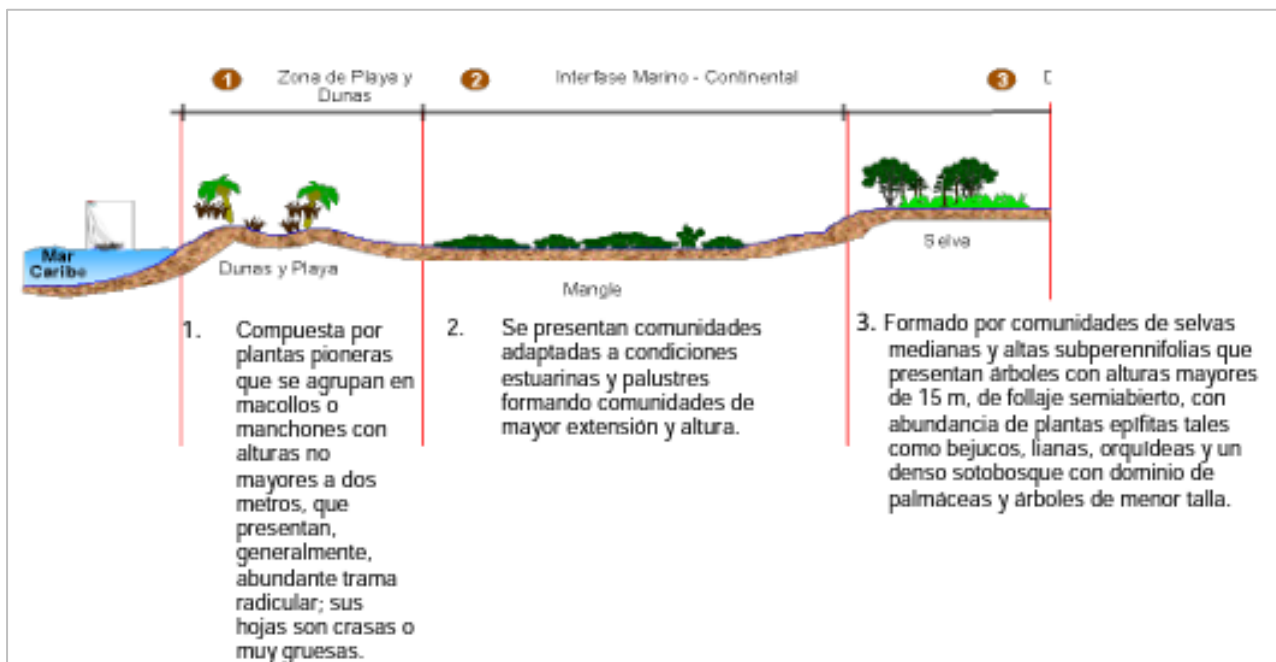


Figura 12. Se muestra un corte transversal del litoral, representando los tipos de vegetación.

Ahora bien, de acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI, la porción terrestre del SA está compuesta por seis unidades ambientales, empezando por las unidades con mayor cobertura dentro del SA, tenemos que los Asentamientos humanos copan el 58.86% del total del SA, le sigue la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con el 16.43%, posteriormente, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con el 11.83%, la vegetación secundaria arbustiva de manglar ocupa el 7.10% mientras que el Manglar en buen estado de conservación, tan solo el 3.31%, finalmente, la vegetación secundaria arbórea de manglar ocupa el 2.47% del total del SA.

<sup>5</sup> PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO SOLIDARIDAD 2010-2050

Cuadro 4. Se muestra la distribución de los usos de suelo conforme carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI.

Uso de suelo y vegetación	Superficie		
	m <sup>2</sup>	Ha	%
Asentamientos humanos	10,534,830.20	1,053.48	58.86
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	2,940,728.14	294.07	16.43
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,116,786.83	211.68	11.83
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	1,271,335.27	127.13	7.10
Manglar	592,354.98	59.24	3.31
Vegetación secundaria arbórea de manglar	441,733.09	44.17	2.47
<b>Total general</b>	<b>17,897,768.51</b>	<b>1,789.78</b>	<b>100</b>

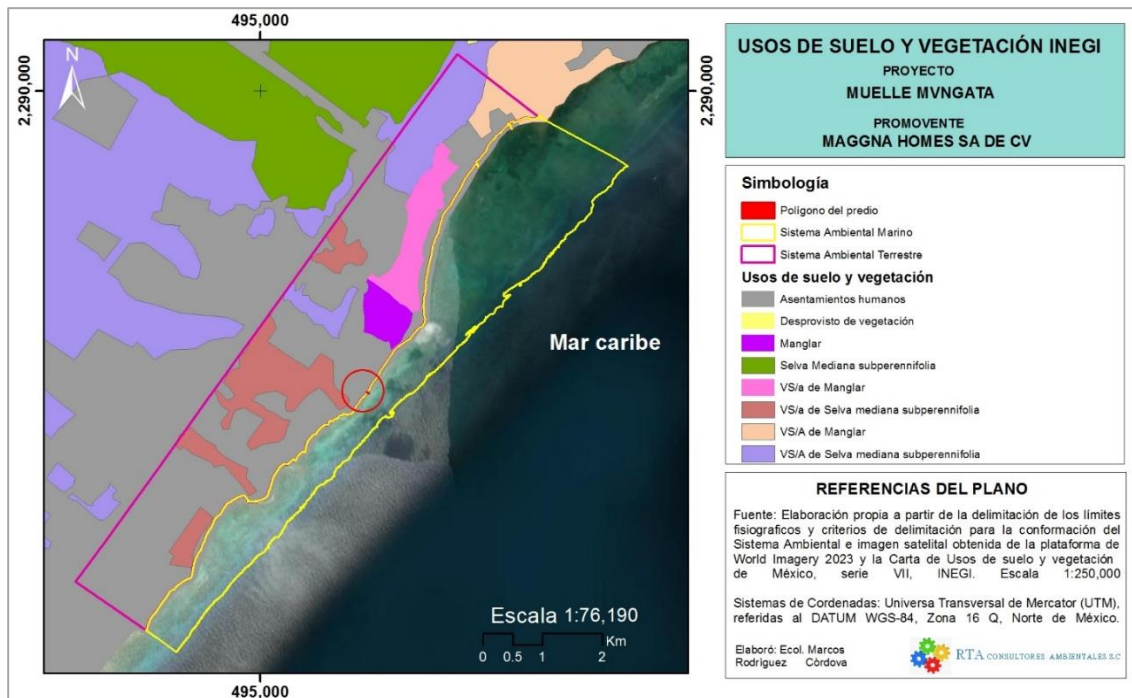


Figura 13. Se muestra los usos de suelo y vegetación del SA conforme a la carta del INEGI serie VII.

Ahora bien, de acuerdo a la consulta bibliográfica realizada, se encontró que, en la unidad fisiográfica determinada como el SA del proyecto, se han realizado diferentes estudios que describen la vegetación dentro del mismo, por lo que a continuación se describirán los tipos de vegetación:

La SEMARNAT en su libro “Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma” (2006), describe que adyacente a la zona marina y en la porción continental entre Punta Bete y Punta Maroma, existen cuatro tipos de ecosistemas paralelos a la línea de costa: a) duna costera, b) humedales de manglar, c) zona de transición o ecotono de selva – manglar y d) selva baja subcaducifolia.

- a) Duna costera: esta se presenta a lo largo de la unidad fisiográfica, pero se interrumpe en algunos sitios de la parte sur y central por la construcción de infraestructura costera. En este ecosistema se tiene registro de al menos 30 especies vegetales. En términos faunísticos, este ecosistema también es relevante, pues se tiene registro de al menos 43 especies animales, de las cuales 8 están en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- b) Humedales de Manglar. Adyacente a la zona de duna, existe un sistema de planicies de inundación que permiten el desarrollo de un ecosistema de humedales de manglar. El humedal en cuestión, se distribuye desde el sur de Punta Bete hasta la parte norte de Punta Maroma, donde su continuidad se interrumpe totalmente por la construcción y operación de infraestructura turística.  
En el ecosistema de manglar se registraron al menos 20 especies vegetales, de las cuales 4 se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En términos faunísticos, el humedal es utilizado como hábitat de al menos 69 especies animales, de las cuales 7 especies se encuentran en la NOM antes citada.
- c) Ecotono Selva – Manglar. Esta zona de transición está dominada por elementos de selva baja subcaducifolia, se distribuye de sur a norte sin rebasar los límites de la unidad fisiográfica. Estudios para la región, revelan la existencia de cuando menos 20 especies vegetales y 36 animales, de las cuales 2 y 6, respectivamente se encuentran catalogadas bajo la aplicación de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- d) Selva baja subcaducifolia. Entre la carretera y el ecotono de selva – manglar, existe una zona de cordones litorales correspondientes a antiguas líneas de costa, que conforman la planicie que se extiende de sur a norte más allá de los límites de la unidad fisiográfica. Se desarrolla una selva baja subcaducifolia con diferentes grados de conservación. Se tiene el registro de al menos 111 especies vegetales y 99 especies de fauna. De las cuales 11 y 6 respectivamente se encuentran catalogadas como especies amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a las especies vegetales, se tiene el registro de 16 especies vegetales endémicas y 1 especie de fauna.

Para actualizar la caracterización de los tipos de vegetación y uso de suelo en el SA terrestre, se realizó la rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.8.2, de un mosaico fotogramétrico construido con imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de ArcGIS online World Imagery base map con fecha de última actualización 15/05/2023, así como con imágenes obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI. Para esta realización se utilizaron los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Dicho plano presenta mayor detalle con relación a la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI, ya que está generado a escala 1:1500 cuando el INEGI considera una escala 1: 250,000; y para la fotointerpretación se están utilizando fotos más recientes que las del INEGI. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con las visitas de campo realizadas en el mes de mayo de 2023.

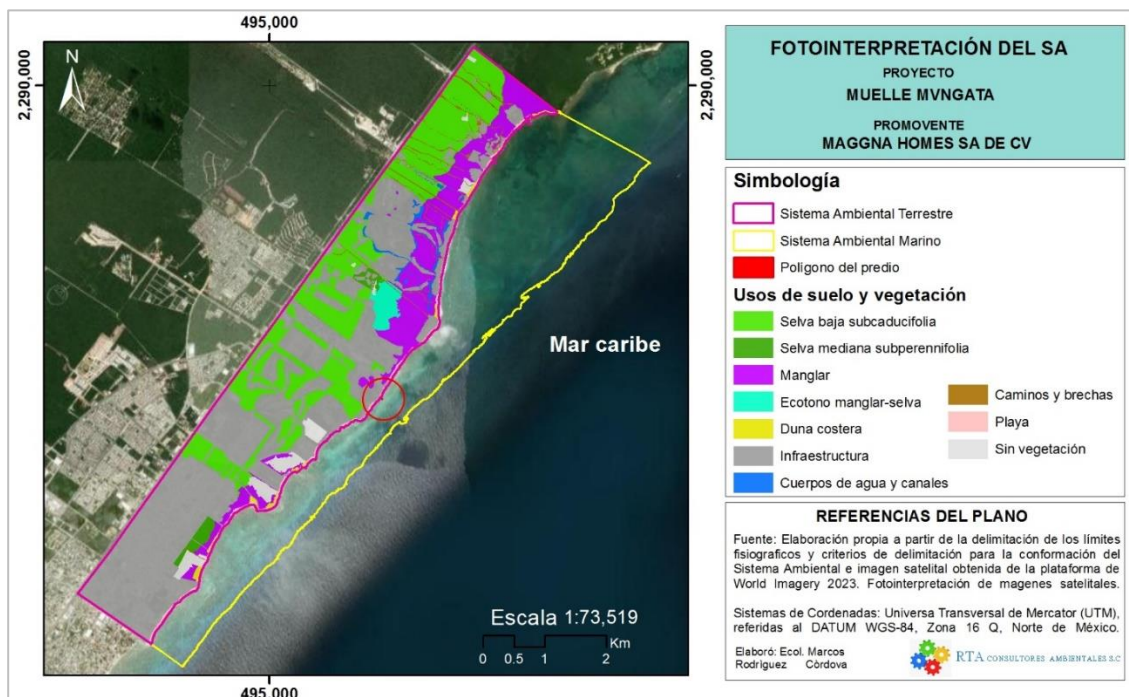


Figura 14. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación de imágenes satélites.

A partir de la fotointerpretación y verificación en campo de la vegetación y coberturas el suelo actualmente dentro del SA, se obtuvieron valores para determinar las superficies de las unidades ambientales que lo integran, teniendo que la unidad ambiental mejor representada dentro del SA, corresponde a vegetación de Selva baja subcaducifolia con 471.75 ha, le sigue la vegetación de Manglar con 222.08 ha, posteriormente el Ecotono de Selva – Manglar y la vegetación de Selva mediana subperennifolia con 26.54 ha y 21.01 ha respectivamente. La vegetación de duna costera ocupa la menor proporción del SA con tan solo 9.20 ha.

Cuadro 5. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA terrestre.

Tipos de vegetación y usos de suelo	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Selva baja subcaducifolia	4,717,517.88	471.75	26.36
Manglar	2,220,821.84	222.08	12.41
Ecotono manglar-selva	265,386.75	26.54	1.48
Selva mediana subperennifolia	210,129.85	21.01	1.17
Duna costera	91,996.12	9.20	0.51
<b>Otras coberturas</b>			
Infraestructura	9,168,027.62	916.80	51.22
Sin vegetación	460,418.49	46.04	2.57
Playa	361,739.71	36.17	2.02
Caminos y brechas	232,156.35	23.22	1.30
Cuerpos de agua y canales	169,573.90	16.96	0.95
<b>Total</b>	<b>17,897,768.51</b>	<b>1,789.78</b>	<b>100.00</b>

El Sistema Ambiental determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 1,789.78 ha donde interactúan 5 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, manglar, ecotono manglar – selva y Duna costera.

**Selva baja subcaducifolia:** De acuerdo con las características que presenta la vegetación de selva dentro del SA se clasificó como de tipo subcaducifolia ya que las especies que dominan en ella pierden la mayor parte de sus hojas durante la época de secas. De acuerdo a las perturbaciones que ha sufrido este ecosistema en el pasado por lo menos en los últimos 25 años, se considera que la vegetación de selva baja subcaducifolia se encuentra en proceso de recuperación.

La cobertura de esta vegetación cubre aproximadamente 471.75 ha que representan el 26.36% del SA. Su distribución forma una franja que va desde la carretera federal hasta el límite con la cuenca inundable donde se desarrolla el manglar. La zona del SA donde la franja de selva es más amplia tiene aproximadamente 1 km de ancho, mientras que en su zona más angosta presenta aproximadamente 0.4 km de ancho.

Esta vegetación está representada por tres estratos: 1) El estrato arbóreo el cual está conformado por individuos de 2.5m -15m de altura. 2) el arbustivo, representado por individuos de 1-9 m de altura, y 3) el herbáceo, integrado por plantas rastreras, plántulas de árboles y otras especies menores a 1 m de altura.

- **Estrato Arbóreo:** Este estrato es muy homogéneo, sin embargo, presenta evidencia de perturbaciones tanto naturales como antropogénicas. Las especies dominantes son el *Mastichodendron foetidissimum*, *Manilkara zapota*, *Vitex gaumeri*, *Busera simaruba* y *Astronium graveolens*, cuyos diámetros promedio se mantienen en 6 – 10 cm.
- **Estrato arbustivo:** El estrato arbustivo también se presenta de manera muy heterogénea en todo el SA. Las perturbaciones evidentes que afectan a este estrato provienen de disturbios como brechas y caminos, desmontes e incendios. Las especies con mayor Valor de Importancia Relativa en este estrato fueron *L. latisiliquum*, *C. nitida* y *N. coriaceae*. Este estrato se ha encontrado expuesto a menos perturbaciones que el arbóreo, derivado probablemente de ser un estrato más joven y dinámico.
- **Estrato herbáceo:** El estrato herbáceo de la selva baja subcaducifolia lo constituyeron plántulas de especies encontradas en los estratos arbustivo y arbóreo, así como algunas especies de porte herbáceo como *Gossypium sp.*



Figura 15. Vista de la selva baja en unas secciones del SA.

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





Figura 16. Se muestra de manera general el estado que guarda la vegetación de manglar.

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

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

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

El proceso hidrológico dominante en la unidad fisiográfica, es el flujo del agua subterránea, a través de flujos preferenciales y grietas que drenan el agua dulce hacia la zona marina adyacente por medio de oquedades. Se estima para el SA un volumen promedio de descarga de agua subterránea de 175 m<sup>3</sup>/d por m<sup>2</sup> de área unitaria ubicada sobre la línea de costa. En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que sus características físico-químicas y calidad dependen del rango de mareas y del drenaje subterráneo de agua dulce (CAPA, 2005 y 2006).

**Selva mediana subperennifolia:** se caracteriza porque algunos árboles que la forman (alrededor de 25-50%) pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca. Este tipo de selva cubren áreas extensas con clima cálido (temperatura media anual superior a 20°C) y subhúmedo (precipitación anual media superior a 1,200 mm) con algunas lluvias en la temporada seca que es más marcada que en las zonas de selva perennifolia



(Miranda y Hernández, 1963)<sup>6</sup>. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el estado de Quintana Roo presentándose en toda la geografía estatal.

Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y poseen gran cantidad de epífitas y bejucos. Los árboles tienen una altura de entre 15 y 25 m, con troncos menos gruesos que los de la selva alta perennifolia, aun cuando se trata prácticamente de las mismas especies. También presenta tres rangos de altura (árboles de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 20 a 30 m). Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio. Las especies representativas para este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*, entre otras. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas (INEGI, 2005)<sup>7</sup>.

**Duna costera:** Esta vegetación se presenta solamente como parches aislados en el SA, ya que en la mayor parte de la superficie que ocupaba se han establecido los desarrollos inmobiliarios. En estos últimos han prevalecido únicamente las especies de forma de vida herbácea, arbustiva y palmas, por la estética de los desarrollos.

Son pocas las áreas donde se observan en condiciones más naturales, y estas zonas están asociadas a la ausencia de desarrollos en dichos lotes. En la cercanía de la playa, se desarrolla la vegetación pionera, la cual crece sobre el sustrato arenoso móvil. Dentro de las especies documentadas en esta vegetación, sobresale, *Ipomoea pes-caprae*, *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Scaevola plumieri*, *Sporobolus virginicus*, *Cordia dodecandra*, *Thrinax radiata*, *Coccoloba uvifera*, *Ambrosia hispida*, *Hymenocallis litorallis*, *Cocos nucifera*, por citar las más representativas.

Adicionalmente, se documentó la presencia de pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), especie catalogada como invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), y de la especie exótica *Terminalia catappa* (Almendro).

---

<sup>6</sup> Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. UNAM-ENA. México, D.F.

<sup>7</sup> INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica de uso del suelo y vegetación Serie III. INEGI, México, D.F.



Figura 17. Se muestra el estado general que guardan los parches mejor conformados de vegetación de duna costera del SA.

### 3.2.2. Especies endémicas.

Dentro del Sistema ambiental, existen reportadas 16 especies endémicas, mismas que se enlistan a continuación.

Cuadro 6. Especies endémicas de la unidad natural de humedales costeros.

Familia	Especie	Nombre común
Annonaceae	<i>Sapranthus campechianus standi</i>	Suficalla
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akitz
	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunup
Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	Huano
	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
Celastraceae	<i>Rhacoma gaumeri loes</i>	
Ebanaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
	<i>Eugenia mayana</i>	Guayabillo
Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Katzin
	<i>Caesalpinia gaumeri greenm</i>	Kitanche
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Chakte
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua
	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xul
Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i>	

Familia	Especie	Nombre común
Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnik

### 3.2.3. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Dentro de las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 se tienen 5 especies: 1) *Thrinax radiata* (palma chit), 2) *Conocarpus erectus* (botoncillo), 3) *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), 4) *Rhizophora mangle* (mangle rojo), 5) *Avicennia germinans* (mangle negro).



Figura 18. Se muestran algunas de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A) Palma chit (*Thrinax radiata*), B) Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); C) Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y, C) Mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Otras de las coberturas identificadas en el sistema ambiental son:

**Infraestructura:** Esta cobertura se refiere a todas aquellas áreas con infraestructura urbana ya sea de tipo habitacional o turístico, abarcando vialidades, centros comerciales, fraccionamientos, hoteles y áreas de esparcimiento y servicio. Dentro del SA, se tienen hoteles turísticos principalmente hacia el límite norte, y parte del centro de población de Playa del Carmen, define el límite sur del SA terrestre.



Figura 19. Se muestra de manera general la infraestructura considerada dentro del SA.

**Áreas sin vegetación:** Esta cobertura se refiere a aquellas superficies del SA que carecen de vegetación. Esta cobertura se distribuye principalmente en la zona de manglar, colindante a la costa y fueron desmontas y rellenadas en apego a autorizaciones antiguas otorgadas por la autoridad ambiental en amparo a los instrumentos normativos que regían en ese entonces, y algunos de ellos fueron ejecutados de manera ilegal, generando cambios hidrológicos importantes en detrimento del manglar ubicado al sur de dicha zona. Así como áreas desmontadas para desarrollos que no se han construido.

**Playa.** Las playas al igual que la duna costera, están modeladas por procesos geomorfológicos como la acción del agua marina y del viento y procesos biológicos como la sucesión vegetal con la consecuente estabilización del sistema. Estos factores están en constante interacción y determinan la dinámica espacial y temporal de las mismas, permitiendo el desarrollo de plantas y animales con formas de crecimiento y adaptaciones muy variadas.



Playa frente al Hotel Blue Bay Grand Esmeralda. **Izquierda**, sección norte. **Derecha**, sección sur.



Playa frente al hotel Grand Velas. **Izquierda**, sección norte. **Derecha**, sección sur



Playas en la zona de Punta Esmeralda. **Izquierda**, playa frente al hotel Costa esmeralda.  
**Derecha**, playa zona sur hacia el hotel The Reef

**Caminos y Brechas:** para esta categoría, se han considerado únicamente las brechas o caminos de terracería que se encuentran dentro y fuera de los hoteles y que al mismo tiempo son un factor de fragmentación del hábitat y se pueden considerar como límites geográficos para el desplazamiento de la fauna, crecimiento de la vegetación o bien, son el indicador de que debajo de la copa de los arboles hay zonas de vegetación perturbadas.

**Cuerpos de agua y canales:** Esta cobertura se refiere a tres cenotes localizados al sur del SA, los cuales mantienen un espejo de agua bien definido a lo largo del año. También se refiere a aquellos cuerpos de agua y canales formados de forma artificial, producto de extracciones de materiales pétreos, los cuales con el tiempo se han mantenido inundados y corresponden principalmente a los desarrollos turísticos de la zona, como Mayacoba y Blue Diamond.



Figura 20. Se muestran los cenotes ubicados al sur del SA.



Figura 21. Se muestran los cuerpos de agua artificiales pertenecientes al complejo Blue Diamond (arriba) y los de Mayakoba y que se encuentran dentro del SA.

### 3.2.4. Fauna registrada en el SA.

De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SA definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayacobá, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SA están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %). La relación porcentual entre las diferentes clases de vertebrados terrestres en el municipio es similar a otras proporciones encontradas en diferentes sitios de la Riviera Maya con tipos de vegetación similares.

Cuadro 7. Composición taxonómica de la fauna de vertebrados registrados dentro del SA.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Porcentaje
Anfibios	1	5	11	13	5.6
Reptiles	3	17	39	50	21.4
Aves	18	49	106	132	56.6
Mamíferos	7	19	31	38	16.3
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>90</b>	<b>187</b>	<b>233</b>	<b>100</b>

Entre las especies registradas, destacan: a) *Mycteria americana* (cigüeña americana), b) *Tachycephalus venulosa* (rana lechosa), c) *Ctenosaura similis* (iguana), d) *Poecilia velífera* (topote), e) *Basiliscus vittatus* (tolok), f) *Boa constrictor* (boa), g) *Crocodylus acutus* (cocodrilo), h) *Herpetoteres cachinnans* (halcónguaco), y i) *Nasua narica* (coati).



## 4 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) MARINO

## 4.1 MEDIO ABIÓTICO DEL SA MARINO.

### 4.1.1. Clima marítimo y Atmosférico

Este apartado describe las generalidades del clima marítimo y atmosférico de la región de Cancún y alrededores mediante el análisis de más de 3 décadas de datos de oleaje y viento obtenidos del nodo ubicado en las coordenadas 21° N y 86° W del modelo Wave Watch III (WWIII) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Además, se incluye un análisis armónico y estadístico de una serie de marea de la estación de Isla Mujeres, Quintan Roo obtenida por medio del predictor de marea MAR V basado en registros históricos de estaciones mareográficas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la secretaria de Marina y Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE).

#### Marea

La marea en zona de estudio es clasificada como mixta semidiurna (González-Leija, y otros, 2013). Las variaciones regulares son de poca amplitud (aproximadamente 0.30 m) sin embargo, las variaciones anuales pueden hacer que el agua alcance los 0.23 m por arriba del Nivel Medio del Mar (NMM), es decir una marea con amplitud de hasta ~0.50 m.

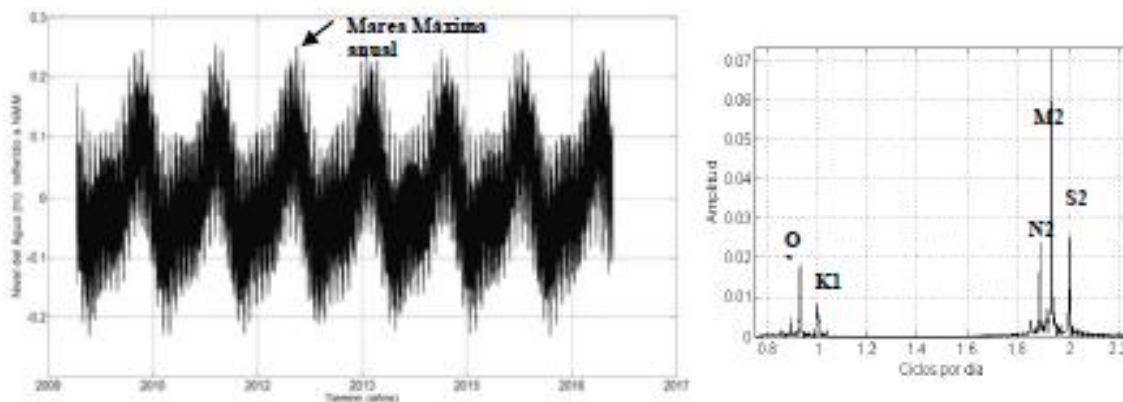


Figura 22. Variaciones interanuales del nivel medio del mar (izquierda) y análisis espectral de la marea (derecha) Datos provenientes del predictor de marea MAR V de la estación de Isla Mujeres, Quintana Roo. Software desarrollado por CICESE.

#### Condiciones océano climatológicas

Los datos del modelo de propagación de oleaje Wave Watch III de la NOAA en la estación ubicada a no más de 100 km mar adentro del desarrollo de Grand Velas Riviera Maya (muy próximo a la zona de desplante del proyecto propuesto) con coordenadas 21° N y 86° W fueron analizados a fondo para caracterizar el clima marítimo y atmosférico de la zona en aguas profundas.





Figura 23. Ubicación de la base de datos de WWII.

## **Oleaje**

Para una mejor interpretación de los datos, se graficó la distribución anual de la altura significativa y dirección del oleaje. Del gráfico de distribución anual de altura de ola se observó que, aunque el promedio de altura fue de 1.4 m durante los meses de junio a noviembre existió un periodo de oleaje energético, tiempo que coincidió con la temporada de huracanes. Durante la temporada de invierno, se observaron eventos esporádicos de mar de fondo generando oleaje de hasta 3 m de altura.

Por otra parte, el gráfico de distribución anual de la dirección del oleaje mostró una dirección predominantemente del ESE y E. Durante los meses de junio a agosto hubo una ventana donde el oleaje provino del ESE y SE, mientras que en los meses de septiembre a marzo existió una ventana con oleaje proveniente del N, NNE y NE. Durante los meses de septiembre (temporada de huracanes) existió oleaje intenso proveniente del Sureste. El periodo promedio fue de 7 segundos.

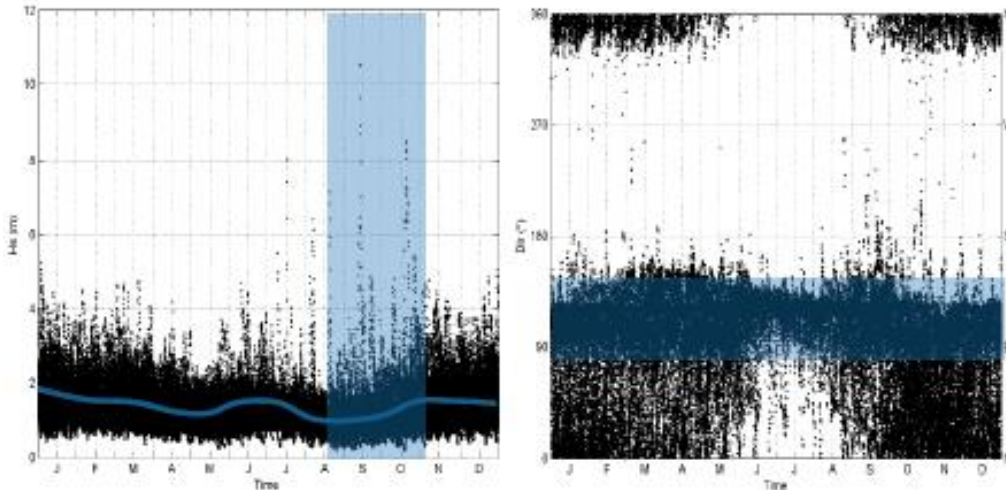


Figura 24. Distribución anual de altura significativa (panel izquierdo) y dirección (panel derecho) de ola. Base de datos de 1979 a diciembre de 2012. En el panel izquierdo y en un recuadro azul se resalta el oleaje energético el cual coincide con la temporada de huracanes mientras que en el panel derecho se resalta la dirección preferente del oleaje.

Para una mejor interpretación de los datos, se analizó el oleaje normal y energético. Este último fue definido como aquel oleaje que excede la altura de ola significativa promedio más 2 veces la desviación estándar (Gabriel Ruiz-Martínez, 2013), es decir, el oleaje extremo fue aquél que superó los 2.56 m de altura.

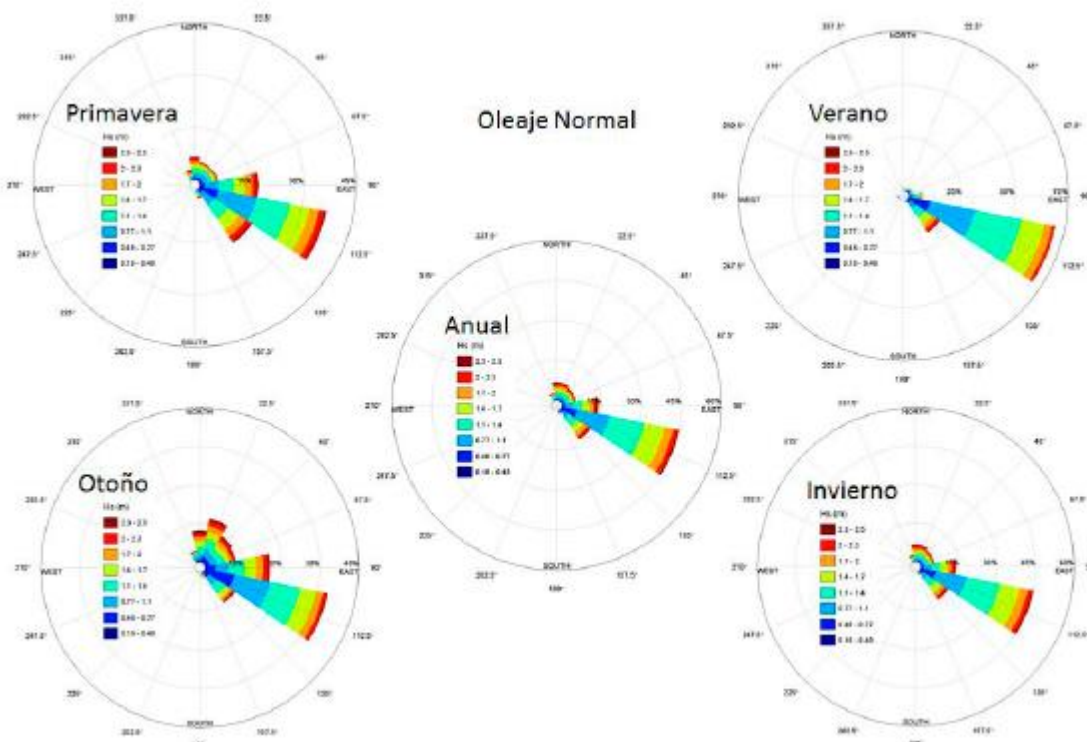


Figura 25. Rosas de oleaje normal calculadas a partir de la base de datos de re análisis WWIII.

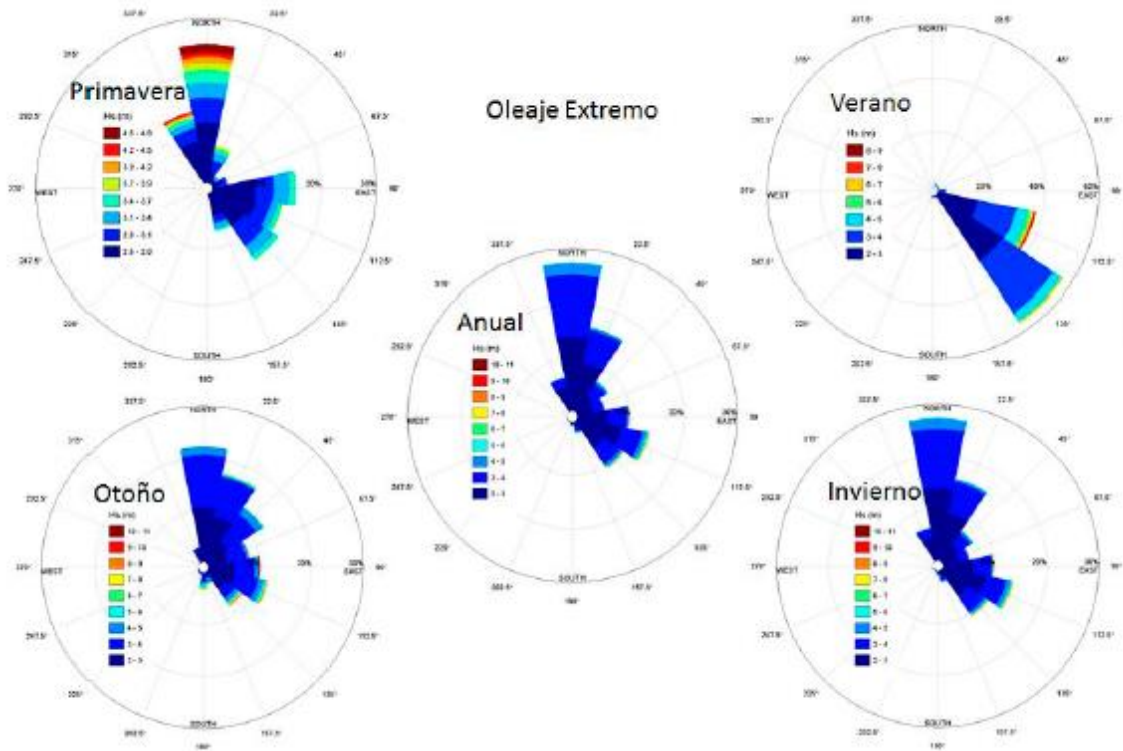


Figura 26. Rosas de oleaje extremo calculadas a partir de la base de datos de re análisis WWIII.

De un total de 99,823 datos el 95% fue considerado oleaje normal y el otro 5% oleaje extremo. El oleaje normal provino mayormente del ESE, SE y E. El oleaje extremo tuvo dos direcciones predominantes la del N-NE (en temporada de Nortes) y SE-ESE (en temporada de huracanes).

### Viento

El viento en aguas abiertas fue variable con direcciones preferentes del Este, Noreste y Sureste con velocidades promedio de 6.16 m/s sin embargo, durante los meses de agosto a octubre se presentaron vientos máximos de hasta 30 m/s atribuidos a paso de tormentas tropicales. Al igual que el oleaje, durante los meses de octubre a marzo se presentaron eventos esporádicos de viento proveniente del Norte con velocidades más intensas de lo normal (eventos denominados Nortes). Si además consideramos que el viento extremo es todo aquél viento que excede 2 veces la desviación estándar más el promedio de la velocidad (10.54 m), encontramos que solo el 3% de los datos se consideran viento de tormenta.

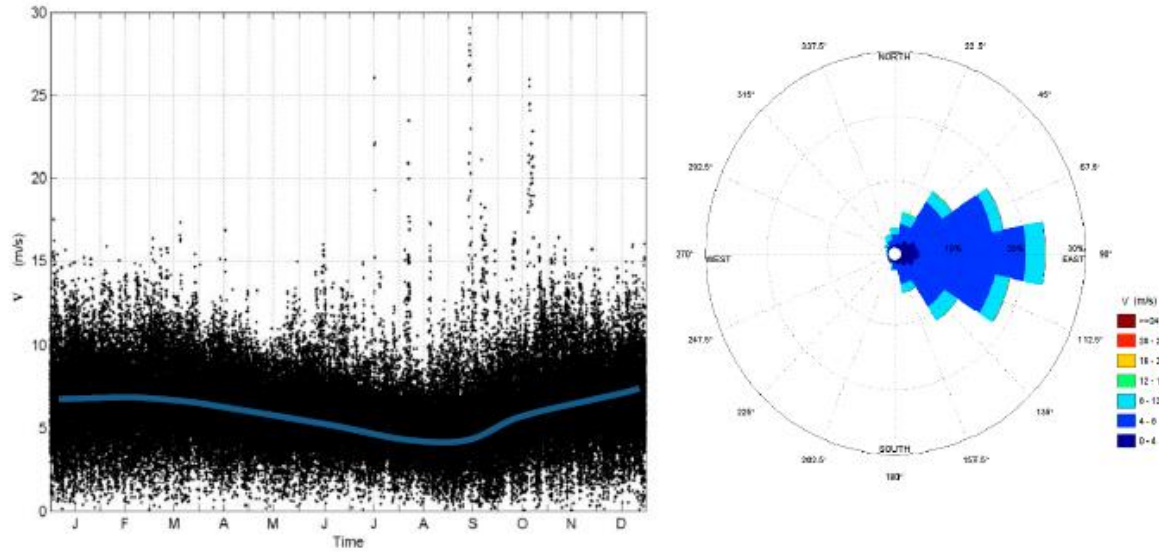


Figura 27. Distribución anual de altura significativa (panel izquierdo) y rosa de vientos (panel derecho).

### Periodos de retorno de 50 y 100 años

Una vez caracterizada la zona se calculó el periodo de retorno de la altura significativa del oleaje mediante un ajuste de máximos anuales GEV. La distribución de valores extremos generalizada (GEV) descrita por Coles (2001), se representa por la siguiente ecuación.

Donde  $\mu$  es el parámetro de ubicación,  $\sigma$  es el parámetro de escala,  $\xi$  es el parámetro de forma y  $z$  la muestra.

Al aplicar la GEV a las series de datos, se estimó la posibilidad de que cada 25, 50 y 100 años se produzcan tormentas capaces de generar oleajes de 10, 12.5 y 15 m de altura respectivamente sobre aguas profundas.

Periodo de retorno (años)	Hs (m)
5	6.8
10	7.6
25	10.0
50	12.3
100	15.0

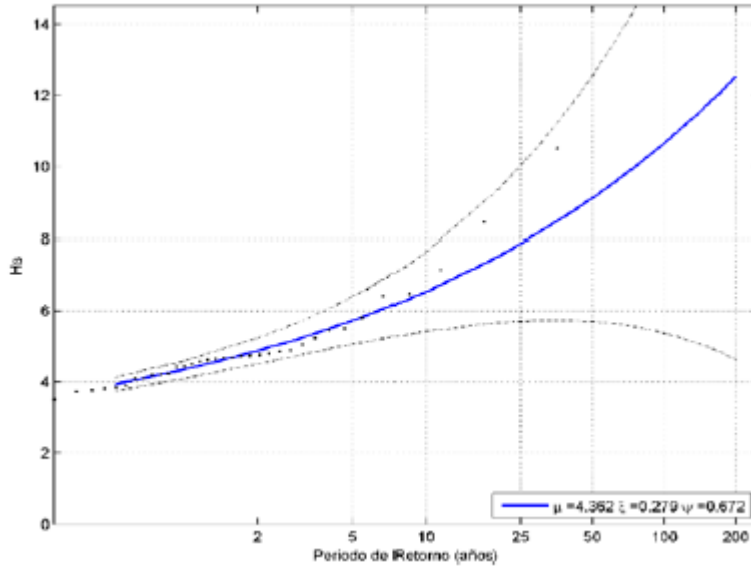


Figura 28. Periodo de retorno de altura de ola mediante ajuste por máximos anuales.

## **Corrientes**

Para conocer el comportamiento de las corrientes en el área de estudio, se tomaron como referencia, estudios realizados por particulares, en 2017, para el proyecto “Rehabilitación de Playa Del Hotel Grand Velas y Casa Velas”, que se encuentra exactamente a 700 m de distancia hacia el sur, de la zona de desplante del proyecto objeto de este estudio.

De acuerdo con el estudio citado, para conocer el comportamiento de la corriente se hicieron 11 plumas de dispersión frente a la playa; el procedimiento consiste en arrojar polvo colorante rojo usado en pastelería que es totalmente inofensivo y registrar la posición en el programa de hidrología, después esperamos un lapso de aproximadamente 10 minutos para dar tiempo a la corriente que desplace la mancha de color, después se coloca la embarcación sobre la mancha procurando mantener la antena del GPS sobre dicha mancha, se marca el punto en el programa. Más tarde usando el programa de hidrología se puede medir la distancia que la tinta se desplazó y se obtiene el tiempo exacto de desplazamiento en los registros de marcaje, así con la distancia y el tiempo se calcula la velocidad y por supuesto la dirección. Los resultados son los siguientes:

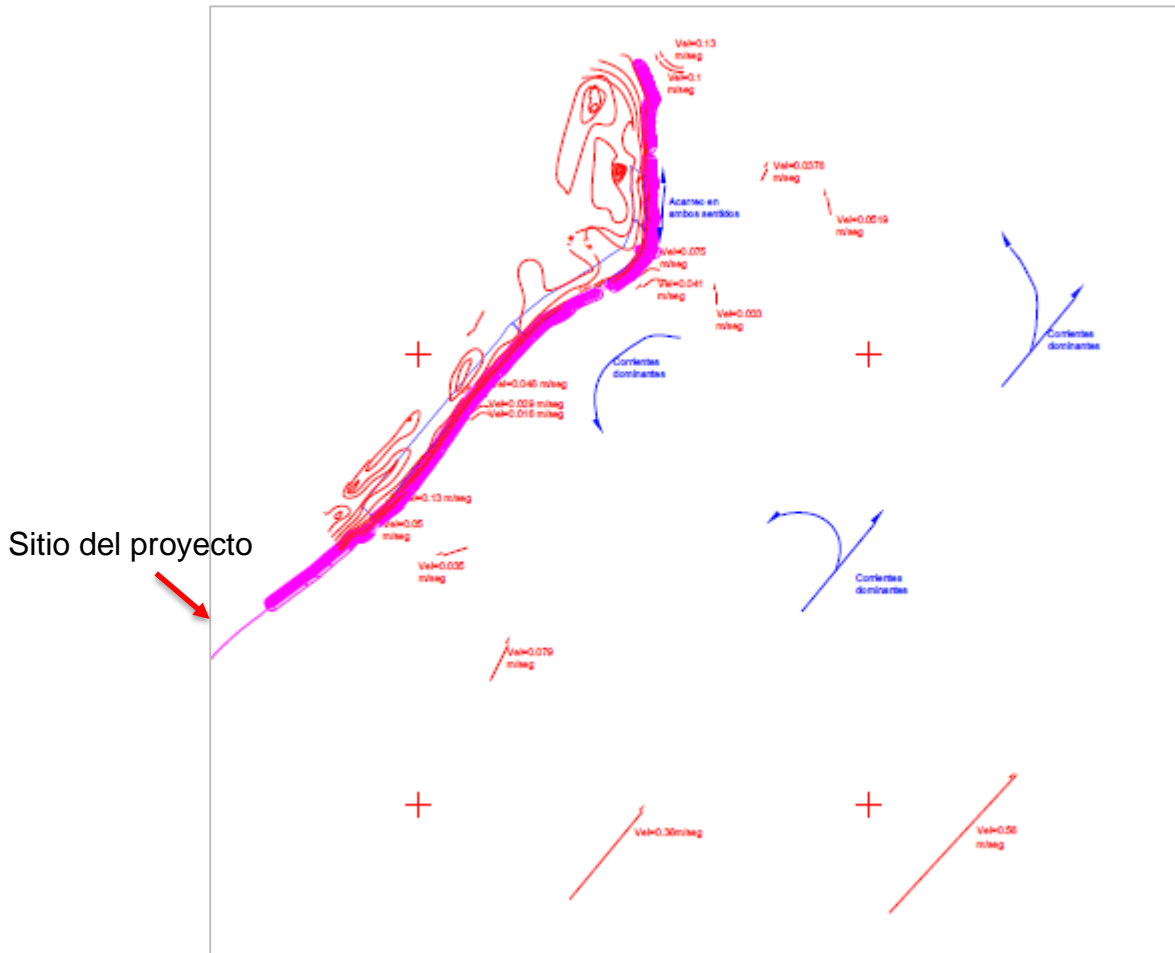


Figura 29. Corrientes principales registradas frente a la playa. En rojo las corrientes registradas, en azul se ven las flechas dibujadas indicando las corrientes dominantes.

Se pudo observar que la corriente principal se dirige al noreste, y existen remolinos al acercarse a la orilla, que dan la vuelta y finalmente regresan a la corriente principal para continuar su camino. En general las corrientes son de mediana intensidad, con tendencia a ser más fuertes al alejarnos de la línea de costa, en la orilla se observa corriente longitudinal a la costa. Este mismo plano realizado en diciembre del 2007 y se actualizó para abril del 2017 en condiciones de norte, en donde se muestra la misma dirección de las corrientes, pero de menor magnitud.

Además de las mediciones de corrientes, en 2017 se colocó un perfilador acústico para la medición de corrientes puntuales de donde se extrae la siguiente información. Después de extraer los datos del equipo Doppler para conocer el comportamiento de las corrientes se encontró que las corrientes en las componentes "UV" la dirección dominante es hacia el Noreste la mayor parte del tiempo, siendo en mareas vivas donde obtenemos las velocidades entre los 0.3 m/s a los 0.5 m/s.

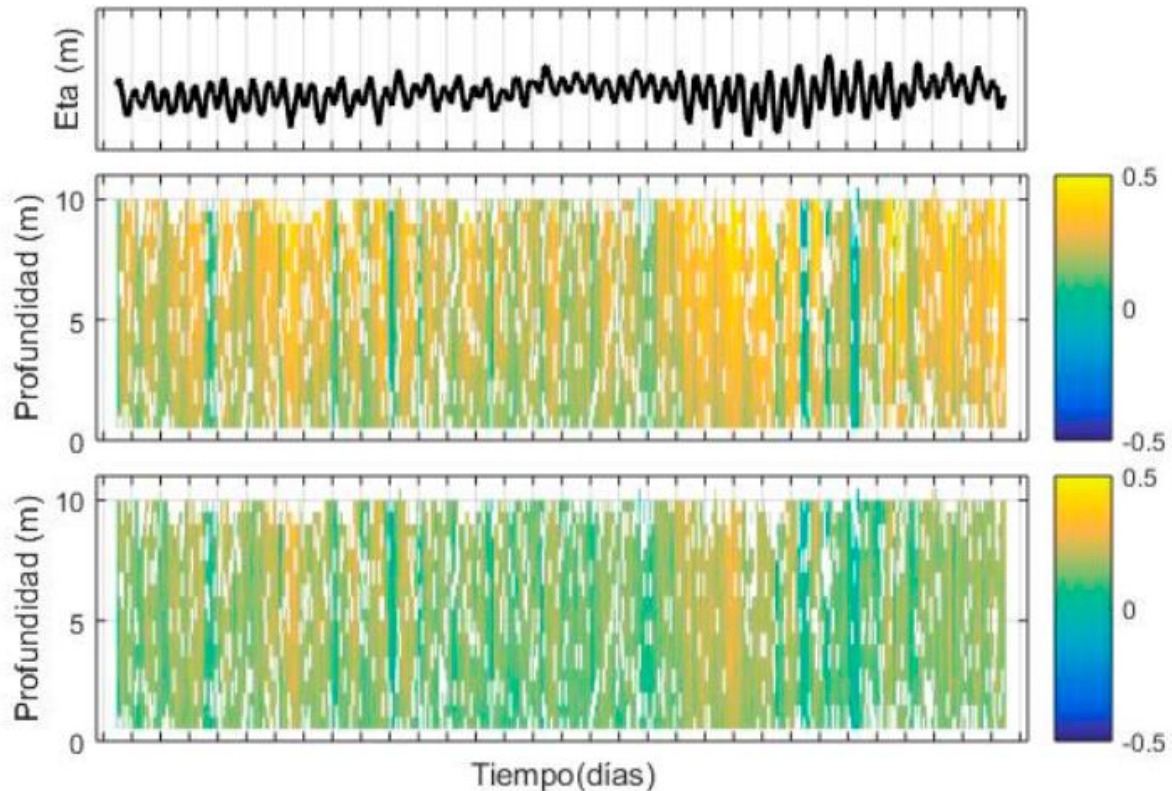


Figura 30. Dirección de la columna de agua en las componentes U (Este-Oeste) y V(Norte-Sur), se aprecia una dirección predominante para el Mes de Septiembre al NE para mareas vivas y mareas muertas.

Las mediciones de corriente estática, concuerdan con la medición de corriente realizada con plumas de dispersión cerca del sitio donde fue colocado el Doppler, verificando los resultados.

### **Afluentes fluviales y sistemas subterráneos**

Dentro del SA se detectó un afluente de agua dulce proveniente de un sistema subterráneo del continente que descarga a 120 m de la orilla y a 1,760 m al norte del área donde se pretende desplantar el proyecto, este afluente consta de 3 bocas una con forma elipsoidal de 1m de eje mayor y 0.5 de eje menor, otra en forma de circunferencia de 1m de diámetro y una pequeña grieta con flujo muy ligero, el área total de las 3 bocas es de 1.766m<sup>2</sup> y la velocidad de la corriente al salir es de 1m/s, por lo tanto, el sistema arroja un caudal  $Q=1.766 \text{ m}^3/\text{s}$ . Al salir el agua al mar, se reduce la velocidad de a corriente a 0.666m/s y después toma la velocidad de la corriente dominante hacia el noreste. Este afluente no constituye riesgo alguno para los trabajos de colocación del Muelle, por 2 motivos, que se encuentra alejado del sitio de desplante y que la corriente predominante es hacia el noreste y por lo tanto se aleja de la zona de estudio.

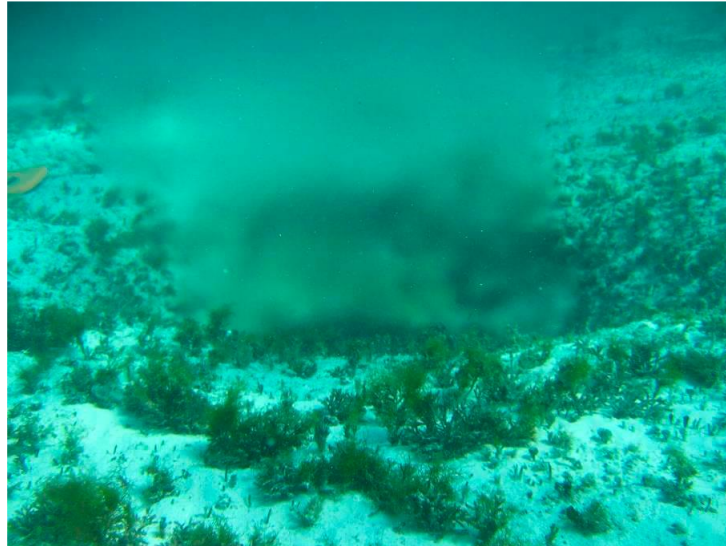


Figura 31. Fotografía submarina del afluyente localizado a 1,760m hacia norte del área donde se pretende desplantar el proyecto y 120 m mar adentro.

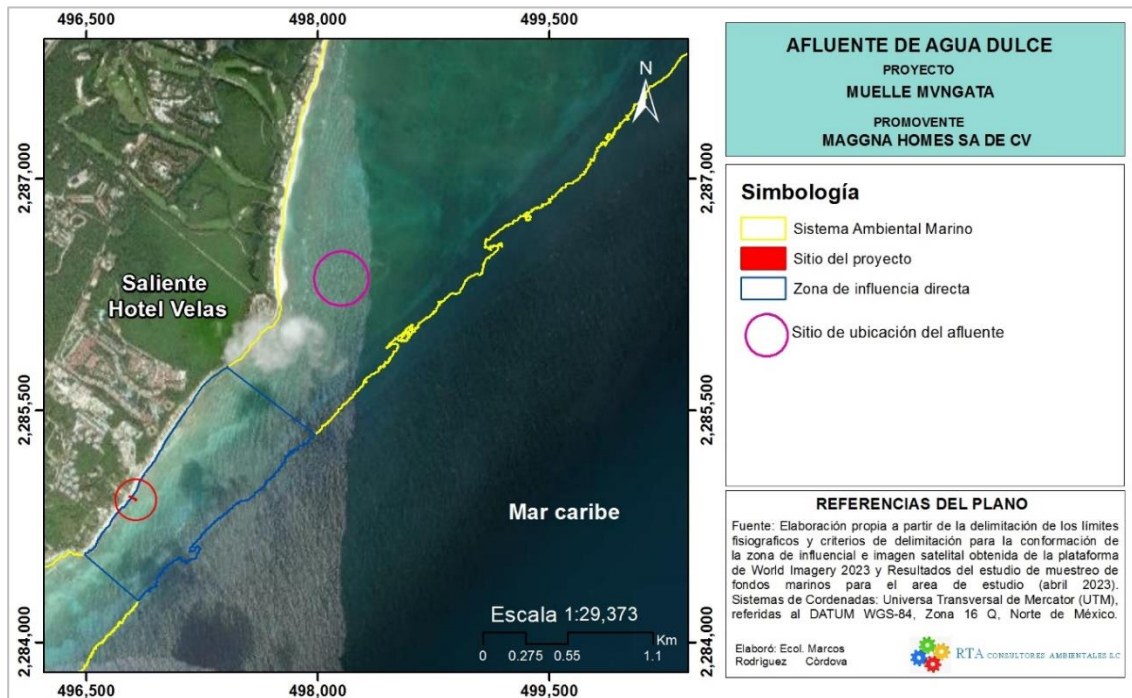


Figura 32. Ubicación del afluyente de agua dulce localizado a 1,760m hacia norte del área donde se pretende desplantar el proyecto y 120 m mar adentro.

#### 4.1.2. Cambio climático

Tal como su nombre lo indica, el cambio climático es una alteración en la variabilidad natural del clima ocasionado por las actividades antropogénicas. Como respuesta al cambio acelerado del clima, se esperan alteraciones globales sobre todos los ecosistemas; veranos más cálidos, eventos extremos más frecuentes y de mayor intensidad; y un aumento sobre el nivel del mar ocasionando la pérdida de terrenos cerca de la zona costera. Si bien no es posible frenar el cambio climático, diversos países han



redoblado esfuerzos y han desarrollado sus propios modelos para predecir escenarios a futuro y poder adaptarse a tales eventos.

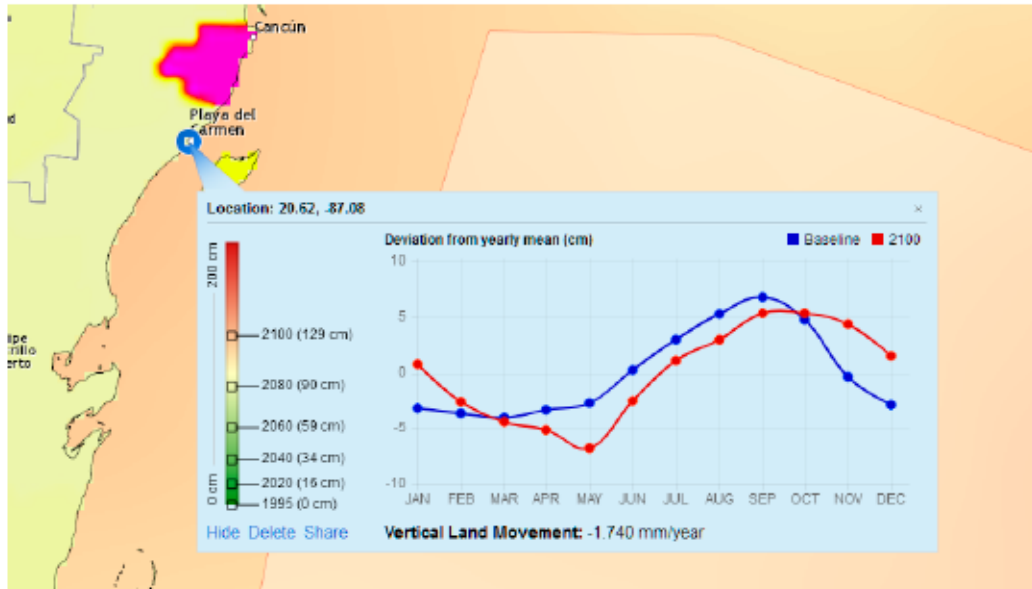


Figura 33. Incremento del nivel del mar debido al cambio climático y movimiento de placas tectónicas (referencia [www.climsystems.com](http://www.climsystems.com)).

Una de las compañías privadas en evaluar el riesgo y adaptación al cambio climático, CLIM Systems, ha desarrollado un modelo que proyecta el aumento del nivel del mar para el año 2,100 tomando como línea base el año de 1995. Esta proyección está basada en el reporte de la Quinta Asamblea de la IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y muestra los resultados de combinar 28 modelos generales de circulación global que consideran la emisión de gases por efecto invernadero, así como el movimiento de placas tectónicas sobre el plano vertical.

Para la región del Caribe, el modelo reporta que para el año 2100, la zona de Playa del Carmen tendrá un incremento del nivel del mar de 1.29 m de altura con respecto al año de 1995 (figura anterior). Aunque 1.29 m pareciera poco, debido al bajo relieve de la zona, esta distancia en la vertical en varios sitios se ha traducido en la pérdida parcial de propiedad. En la siguiente imagen, hemos referenciado el nivel del mar actual (línea azul) y el nivel del mar estimado para el año 2100 (línea verde) con respecto al año 1995, 1.29 m más con respecto al nivel actual, en donde se puede observar que el nivel del agua alcanza cierto nivel del terreno actual de Grand Velas Riviera Maya, zona muy próxima al área de desplante del proyecto.

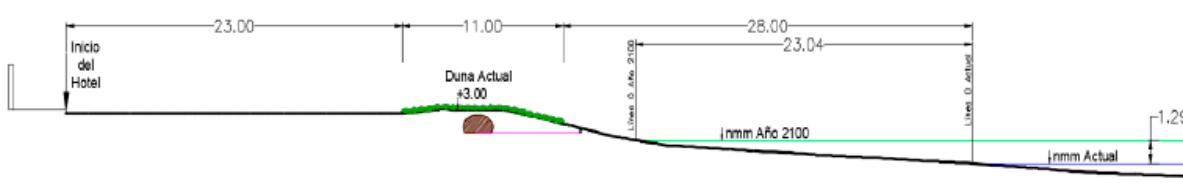


Figura 34. Nivel del espejo de agua (nmm) y aumento del nivel del agua (+1.29) esperado para el año 2100 (nmm) sobre un perfil actual del proyecto Grand Velas Riviera Maya.

Según la figura anterior, el decrecimiento de línea de costa en el año 2100 sería de 23.04 m de acuerdo a la topografía actual del perfil costero.

### **Erosión costera**

Como consecuencia del incremento en el nivel medio del mar y del aumento en la intensidad y frecuencia de las tormentas y huracanes en toda la zona costera del estado de Quintana Roo, se presenta un intenso proceso de erosión y retroceso en la línea de costa. Para el caso del SA PB-PM, autores como Juanes et al (2004) y GPPA (2004, 2005 y 2006) han medido una tasa de erosión y retroceso en la línea de costa respectivamente de 2.5 ha, 4.5 m/año en promedio. El proceso de erosión y el retroceso en la línea de costa es una afectación ambiental de origen natural, permanente y acumulativo<sup>8</sup>.

Ahora bien, de acuerdo con la información obtenida del documento “Propuesta de Programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático del sector turismo en la Riviera Maya: Solidaridad, Quintana Roo”. Una de las zonas más dinámicas dentro del litoral son las playas, donde existe un continuo intercambio de sedimentos debido al transporte litoral y al aporte continental y/o marino. Para evaluar los procesos de erosión en las playas del destino turístico de la Riviera Maya se realizó un análisis del cambio de la línea de costa a partir de imágenes de satélite de los últimos 8 años. El sedimento (arena) que se mueve de un sitio, se deposita en otro, de esta forma se presentan dos procesos sedimentarios en las playas: la acreción o depósito y la erosión o pérdida de playa.

Los resultados del estudio de la erosión y acreción en la Riviera Maya mostraron una tasa de erosión promedio de 1.22 m/año, lo cual muestra un predominio de los procesos erosivos sobre los de acumulación.

Cuadro 8. Tasa de erosión/acreción promedio anual del destino turístico de la Riviera Maya.

Destino Turístico	Año inicial	Año final	Intervalo (años)	Desplazamiento total promedio (m)	Tasa de erosión-acreción (m/año)
Puerto Morelos	2004	2012	8	-2.30	-0.29
Playa del Carmen	2004	2012	8	-13.56	-1.70
Akumal	2004	2012	8	-13.45	-1.68
PROMEDIO				-9.77	-1.22

Los datos antes mencionados resultan de importancia ya que el área de desplante del proyecto se encuentra muy cerca a uno de los sitios muestreados en el documento citado. Si bien para el año de realización del estudio citado (2013), en el área de desplante del proyecto no se registró erosión o acreción de playa, en la actualidad, la realidad es que la falta de protección de la barrera arrecifal, ha producido fenómenos de erosión que afectan la estructura y el equilibrio de la playa, como es el caso de la zona de influencia directa del proyecto, la cual presenta afloramientos rocosos.

<sup>8</sup> SEMARNAT,2006. Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma”,



Vista Norte



Vista Sur

#### 4.1.2. Batimetría del SA.

La zona marina que colinda con la zona costera del SA ha sido muy estudiada. Los últimos estudios que se han realizado en la zona y de los cuales se tiene conocimiento, corresponden a los de las MIA-R: a) Programa de rehabilitación y Mantenimiento del Manglar del proyecto KANAI, b) Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete - Punta Maroma: Desarrollo TRES RÍOS, c) Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete-Punta Maroma: Desarrollo Turístico MAYAKOBA y d) Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas.

La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SA va de 0 m a -6 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -6.6 m a -20 m de profundidad.

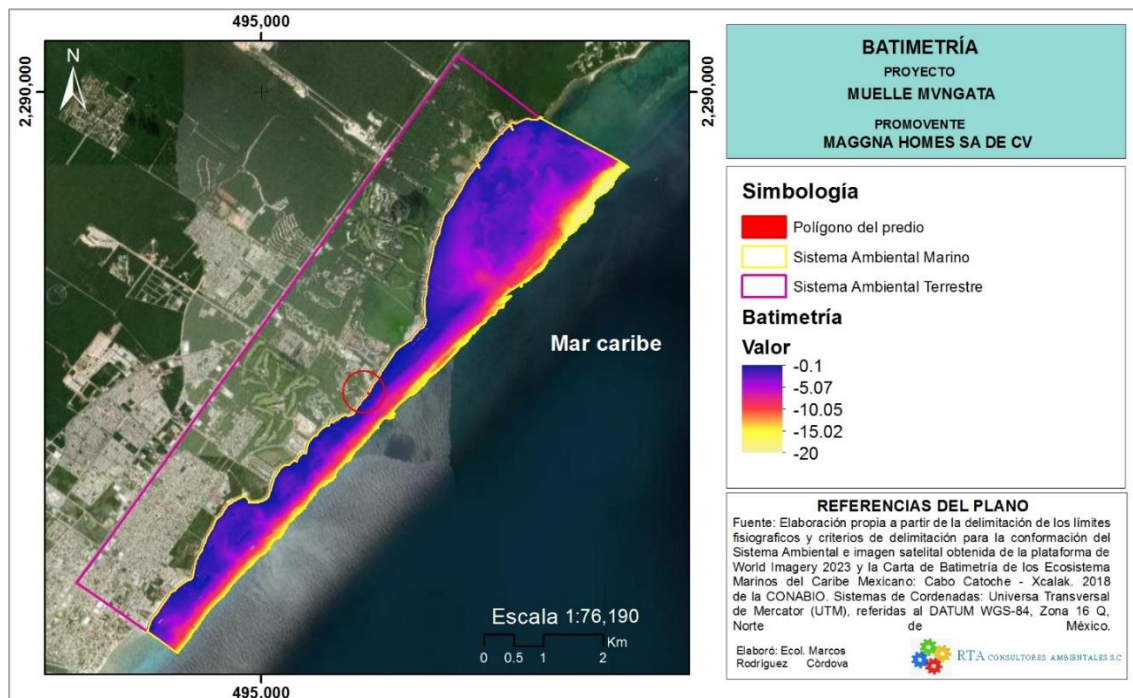


Figura 35. Se muestra batimetría del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

#### 4.1.1. Batimetría del área de desplante del proyecto.

Del estudio hidrográfico realizado, usando el archivo Sort se obtuvo un nuevo archivo de contornos o isobatas, las cuales son curvas batimétricas de igual profundidad y son ampliamente usadas en cartas marinas para navegación y son útiles para calcular distancias y profundidades. El someramiento gradual a lo largo de la línea de costa se ve alterado por la presencia de la plataforma continental.

Ahora bien, de acuerdo a los datos obtenidos, se tiene que la batimetría del área de estudio, donde se pretende desplantar el proyecto Muelle MVNGATA, presenta variaciones en la elevación desde el nivel de playa. Teniendo que, a partir del arranque del muelle, se presentan elevaciones de -0.4 m y llegando a la parte más adentrada al mar, donde se forma la T, con una profundidad de -1.6 m. El muelle se desplantará sobre laja con macroalgas desde el arranque del mismo hasta donde termina.

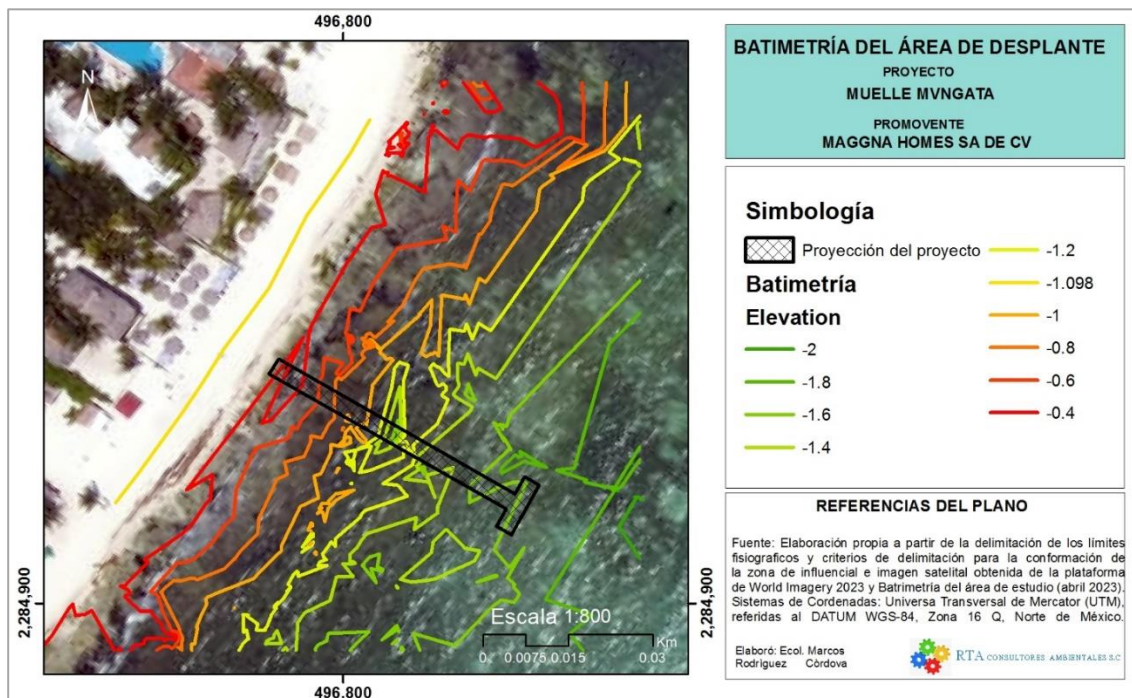


Figura 36. Se muestra batimetría de área de estudio, donde se pretende la ubicación del proyecto.

## 4.2 MEDIO BIÓTICO DEL SA MARINO.

### 4.2.1. De acuerdo a la CONABIO.

Como se ha mencionado, el SA en su porción marina cuenta con una superficie de 1,144.91 ha. Ahora bien, de acuerdo Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el SA propuesto en la presente MIA-P forma parte del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano se localiza frente a la costa del Estado de Quintana Roo, en una región marina somera del arrecife mesoamericano mexicano formado por una cadena discontinua de arrecifes coralinos. Forma parte del arrecife transfronterizo más largo a nivel mundial, al extenderse por más de 1000 km frente a las costas de cuatro países caribeños. Este ecosistema alberga una biodiversidad de importancia para las comunidades costeras por los servicios ecosistémicos que de él se

derivan, sin embargo, en la actualidad está amenazado por eventos naturales y antrópicos que ponen en riesgo su salud.

El relieve submarino del SA se encuentra formado principalmente por Primer nivel de terraza continental el cual representa el 75.05 % del relieve marino, le sigue el Segundo nivel de terraza con 18.81%, de piso lagunar se ocupa el 5.31%, la cresta arrecifal ocupa 0.69%, arrecife frontal con 0.10% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.03% del SA. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SA marino. A continuación, se indica la superficie que ocupa el tipo de relieve dentro del SA.

Cuadro 9. Superficie que ocupa cada uno de los tipos de relieve dentro del SA marino.

Tipo de Relieve	superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Primer Nivel de Terraza	8,592,600.00	859.26	75.05
Segundo Nivel de Terraza	2,154,029.80	215.40	18.81
Piso Lagunar	608,100.00	60.81	5.31
Cresta Arrecifal	78,800.00	7.88	0.69
Arrecife Frontal	11,600.00	1.16	0.10
Arrecife Posterior	4,000.00	0.40	0.03
<b>Total</b>	<b>11,449,129.80</b>	<b>1,144.91</b>	<b>100.00</b>

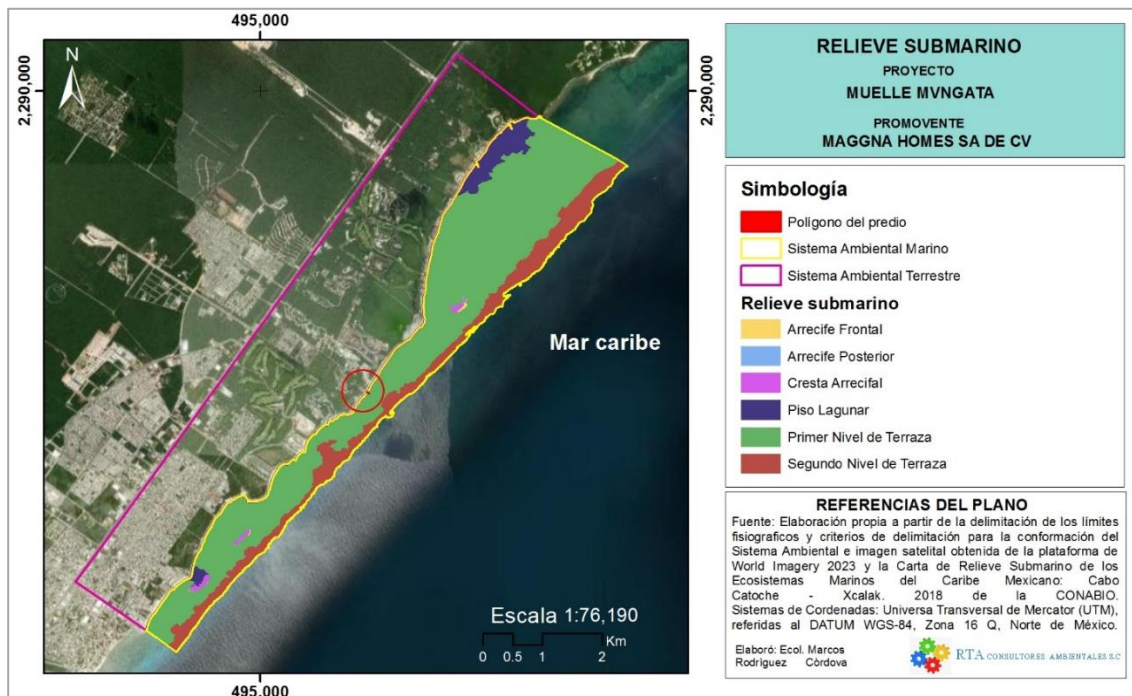


Figura 37. Se muestra el relieve submarino que presenta el SA de acuerdo con la CONABIO.

Ahora bien, la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 56.57% del SA marino, seguido de sedimentos con 29.13%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos

marinos, mismos que representan 7.05%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 3.75%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 2.61%, en la parte central se encuentran Tocones y pedacería de coral en 0.51%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la Estructura coralina con 0.24%, octocorales y corales con 0.14% y el arrecife rocoso con tan solo 0.02%.

Cuadro 10. Superficie que ocupan los tipos de cobertura bentónica del SA marino.

Cobertura Bentónica	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Macroalgas	6,476,279.23	647.63	56.57
Sedimentos	3,335,402.53	333.54	29.13
Comunidad de Pastos Marinos	807,173.25	80.72	7.05
Octocorales	429,152.57	42.92	3.75
Pastos Marinos y Macroalgas	298,338.22	29.83	2.61
Tocones y Pedacería de Coral	58,176.00	5.82	0.51
Estructura Coralina	27,264.00	2.73	0.24
Octocorales y Corales	15,488.00	1.55	0.14
Arrecife Rocosos	1,856.00	0.19	0.02
<b>Total</b>	<b>11,449,129.80</b>	<b>1,144.91</b>	<b>100.00</b>

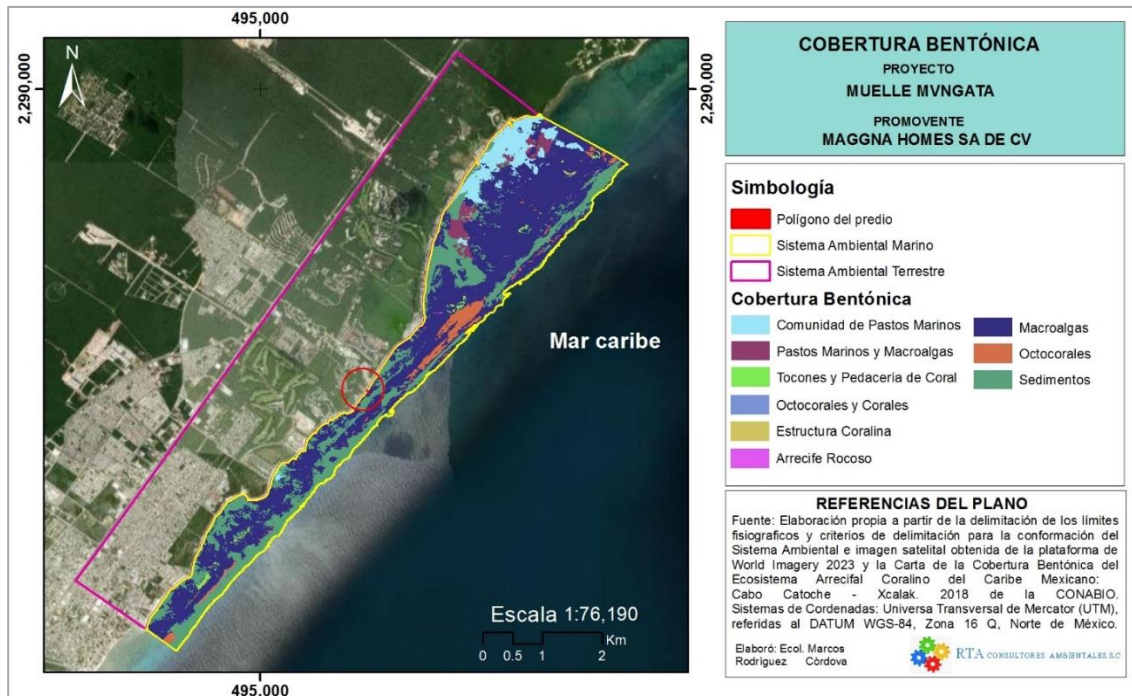


Figura 38. Se muestra la cobertura bentónica del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

#### 4.2.2 Otras fuentes.

#### SEMARNAT

Por otra parte, la SEMARNAT en el 2006 en su libro "Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el

Caribe Mexicano: Sistema Ambiental Punta Bete-Punta Maroma”, menciona que la unidad fisiográfica está delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción litoral (Punta Bete y Punta Maroma), cuya existencia está determinada por estructuras coralinas tipo bordeantes que generan un ambiente de baja energía. En el caso de Punta Bete, la formación coralina es incipiente y propicia la formación de una zona de acumulación en forma de punta o tómbolo.

En el caso de Punta Maroma el arrecife está mejor estructurado y forma una típica cresta arrecifal que permite la existencia en el continente, de una zona de acreción litoral caracterizada por la formación de cordones litorales. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona con forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud y predominante en sentido N-S<sup>9</sup>.

La producción natural de arena biogénica en esta zona es insignificante y el proceso litoral dominante es el de erosión que varía en sentido Norte a Sur de 2.5 m/año a 4.5m/año (Juanes *et al.*, 2004 y 2005; GPPA, 2004 y 2006).

El ecosistema arrecifal tipo bordeante existe sólo frente a las dos puntas (Bete y Maroma). La causa de que el ecosistema arrecifal se interrumpa entre ambas estructuras, se debe a que la zona corresponde a una región de gran descarga de agua dulce subterránea directamente a la zona marina adyacente. En términos generales, el sistema arrecifal que se desarrolla entre Punta Bete y Maroma, se encuentra poco desarrollado, tanto en su estructura geológica como en la estructura comunitaria. Los corales escleractinios están pobremente representados; solamente existen algunas colonias aisladas de tamaño pequeño y los crecimientos coralinos masivos de gran tamaño están prácticamente ausentes. En la zona costero marina se tiene el registro de 12 especies de escleractíneos, 2 de hidrocorales, 17 de gorgonáceos, 31 de macroalgas, 2 de fanerogamas, 32 de peces y 13 de esponjas. De estas especies una (*Plexaura homomalla*) se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

En la zona marina del SA PXC-PM, en sentido perpendicular a la línea de costa es factible identificar 6 tipos de ambientes:

a) Pastos marinos. Zona de fondo arenoso cubierto por pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*). En las zonas con menor influencia de agua dulce, existe una dominancia de *Thalassia testudinum* y alberga una mayor diversidad de especies tanto de macroalgas como de invertebrados y hasta la presencia de pequeñas colonias de coral de los géneros *Porites* y *Siderastrea*. Las zonas de pastos marinos ubicadas frente a los sitios de descarga de agua dulce, presentan las dos especies.

b) Arenal. Es el tipo de fondo dominante y corresponde a planicies de arena donde se encuentran parches pequeños de pastos marinos y algas, así como pequeños manchones aislados de sustrato duro en donde se desarrollan gorgonáceos y algas marinas. En estos ambientes, se encuentran gorgonáceos aislados, principalmente de la especie *Pterogorgia*

---

<sup>9</sup> Juanes, J. L. 2004. Estudio de Factibilidad Mejoramiento de la Playa en el Predio Tres Ríos. Gamma S. C. Instituto de Oceanología. 42 p.

*anceps*, así como colonias de coral de la especie *Manicina aerolata* y del hidrocoral pétreo *Millepora*, que son especies que se desarrollan en sitios de elevada sedimentación. En las zonas donde más ha incidido el proceso de erosión litoral, el tipo de fondos es de turba.

c) Rompiente. Al norte de la zona marina se ubican estructuras coralinas aisladas cercanas a la parte profunda del arrecife y que corresponden a vestigios de la barrera arrecifal que se ubica frente a Punta Maroma. Su estructura está formada por una matriz de *Acropora palmata* muerta, en donde crecen gorgonáceos y algunas colonias de coral. En la parte más profunda de la rompiente, la matriz de *A. palmata* está mejor consolidada y en algunos sitios se ha cubierto de sedimento formando una matriz arrecifal. Existe una mayor cantidad de colonias de coral, principalmente de la especie *Porites asteroides* de crecimiento incrustante, hay presencia de colonias de los géneros *Zoanthus* y *Millepora*.

d) Posterior. Esta zona forma parte de la cresta arrecifal ubicada frente a Punta Bete y Punta Maroma. Este sitio se caracteriza por la presencia de cabezos de coral de tamaño mediano, formados principalmente de la especie *Montastrea annularis*, en donde abundan colonias de coral del género *Agaricia*. Se encuentran abundantes colonias de gorgonáceos de diversas especies y formas de crecimiento, es una de las zonas de mayor diversidad íctica de la región. La profundidad oscila entre 2 y 3 m, y el sustrato que se deposita entre los cabezos coralinos es principalmente de pedacera y arena gruesa.

e) Transición Barlovento. La transición barlovento se desarrolla entre los 5 y 15 m de profundidad, del lado expuesto del arrecife (Barlovento) ubicado frente a Punta Bete y Punta Maroma. El sustrato es de laja calcárea, y la comunidad bentónica dominante está compuesta principalmente por colonias de gorgonáceos, los cuales crecen de manera aislada y con una distribución más o menos uniforme, es decir que no forman agrupaciones. Las colonias de los gorgonáceos son de tamaño mediano, con una dominancia de la especie *Eunicea mamosa*, seguido de *Pseudopterogorgia americana*. Algunas colonias presentan daño en su tejido vivo, como sobrecrecimiento de epibiontes en *P. americana*, o presencia de virus en las especies del género *Gorgonia*. Los corales escleractinios son comunes, pero son colonias de tamaño mediano, principalmente de la especie *Siderastrea sederea* de forma masiva, que presentan un alto índice de daño.

f) Escalón. Corresponde a una zona donde el piso marino presenta un desnivel que alcanza los 5 m en la laja calcárea sobre una antigua línea de costa que aparenta un escalón. Este desnivel, se encuentra a 30 m de profundidad y está sujeto a fuertes corrientes que van de sur a norte por efecto de la corriente de Yucatán. Se presentan colonias de coral de varias especies, pero de tamaño pequeño y pocas colonias de gorgonáceos. Las esponjas son más abundantes en esta zona.

## **ESTUDIOS PARTICULARES**

Un estudio realizado en los meses de septiembre y octubre del 2017, para un proyecto de recuperación de playa frente al Hotel Grand Velas, ubicado a 1,460 m hacia el norte del sitio de desplante del proyecto MUELLE MVNGATA, objeto de esta MIA-P, realizó una prospección subacuática, para un SAR que incluía el área de desplante del proyecto que actualmente se pretende realizar y que se dividió en 4 secciones para efectos del estudio citado.





Figura 39. Se muestra el SAR definido para el proyecto Recuperación de Playa, y la subdivisión del SAR marino. La sección 1 es la parte que nos resulta de interés. Fuente: Imagen tomada de la MIA-R con clave 23QR2018T0009.

Como resultado de la caracterización del estudio citado, se tiene que:

En cuanto a los ambientes se obtuvo un mapa para el SAR que incluye 9 tipos de ambientes, de acuerdo a sus características de tipo de sustrato, profundidad, topografía y biota dominante. Los tipos de ambientes identificados se describen a continuación:

- Arenal somero (As): es un ambiente de arena fina con escasa biota marina conspicua en áreas poco profundas. Pradera de pastos marinos (Pm) con presencia de las especies de pasto marino *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* en diferentes proporciones y coberturas.
- Rompiente arrecifal (Ra): es la parte más somera de la estructura arrecifal formada por la matriz calcárea principalmente de esqueletos de *Acropora palmata*.
- Estructura coralina (Ec): son sitios con mayor desarrollo de la matriz calcárea, con alto relieve y heterogeneidad ambiental, con una amplia variedad de biota marina.
- Laja con sedimentos (Ls): es un ambiente poco diverso en donde la laja calcárea está cubierta de sedimentos finos.
- Laja con pedacería (Lp): se refiere principalmente a la Transición Barlovento, siendo un sitio heterogéneo con varios grados de desarrollo de la estructura coralina, en donde se encuentra pedacería de coral sobre la planicie de laja.

- Laja con gorgonaceos (Lg): es un sustrato de laja con poco relieve con una capa fina de sedimento donde la comunidad béntica dominante son los gorgonaceos en diferentes grados de abundancia.
- Laja con macroalgas (La): Es un sustrato de laja sin relieve en donde dominan las algas con coberturas variables, en donde la presencia de otros grupos de organismos bénticos es escasa.
- Canal de arena (Ca): que corresponde a la franja de sedimentos que se forma en la parte profunda del arrecife y que divide el Arrecife Frontal en su parte somera y profunda.

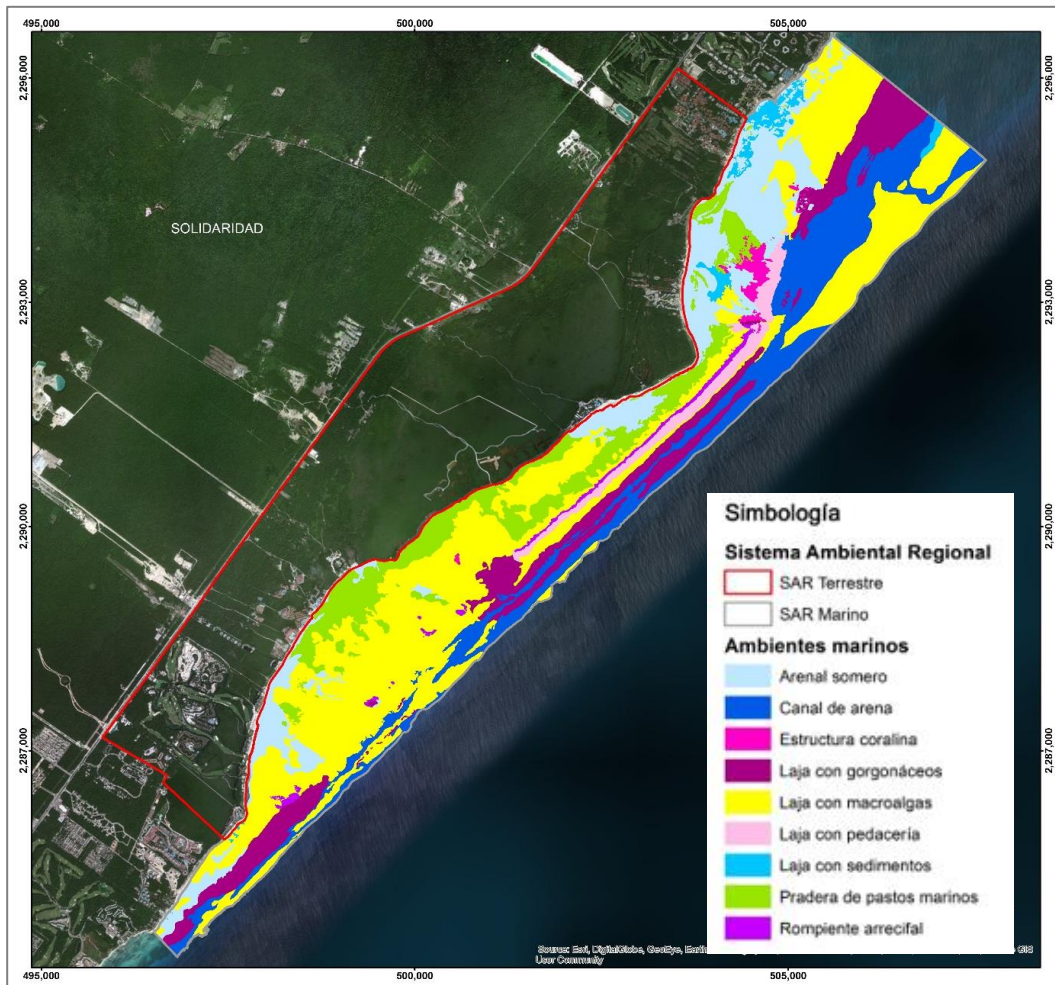


Figura 40. Se muestran los ambientes marinos definidos para el SAR del proyecto Recuperación de Playa. Fuente: Imagen tomada de la MIA-R con clave 23QR2018T0009

De ese estudio, se rescatan los datos de la sección 1, misma que corresponde al frente de los hoteles Grand Velas, Princess y Le Reve. Abarca desde donde termina el parche de cresta arrecifal frente al Desarrollo Turístico Mayakoba a la altura del Hotel Fairmont hasta Punta Xcalacoco, sitio de interés para el desplante del proyecto que nos ocupa.

Teniendo que: *La sección 1 es una área pequeña, abarca un total de 203.20 ha. La variedad de tipo de ambientes es baja y presenta muy poca complejidad de la estructura del arrecife. La franja marina en esta sección es estrecha en comparación con el resto del SAR, encontrando la isobata de los 20 metros a una distancia de 700 m de la línea de*

costa aproximadamente, y a una distancia máxima de 1.2 km en su parte más ancha en el extremo norte de esta sección.

El patrón de zonación del arrecife en esta sección es simple, ya que varias subzonas están ausentes. La Laguna Arrecifal consta de una planicie somera que inicia pegada a la línea de costa, compuesta en su mayoría por un ambiente de Laja con macroalgas (88.38 ha, 43.50% del total del área de esta sección), con algunos parches en forma de franjas angostas de Arenal somero (27.30 ha, 13.44%); en esta sección están ausentes las praderas de pasto marino. La Cresta Arrecifal está prácticamente ausente en esta sección; únicamente existe una pequeña porción en la parte norte de esta sección de Rompiente Arrecifal (3.99 ha, 1.96%), de modo que las subzonas del Arrecife Posterior y Transición Barlovento no existen. En la zona del Arrecife Frontal se forma una planicie de poco relieve y pendiente suave, con un Frontal Interior formado por un ambiente de Laja con gorgonáceos (61.22 ha, 30.13%), con una franja estrecha de sedimentos que forma el Canal de arena (21.13ha, 10.40%), seguida en el Frontal Exterior por una franja de Laja con macroalgas que llega a la isobata de 20 metros en el límite oeste del SAR.

De igual forma, como resultado de la caracterización marina del estudio citado, resulta importante mencionar que se registraron cuatro especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, así como el gorgonáceo *Plexaura homomalla* y *Plexaura dichotoma*.

Cuadro 11. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que están presentes en el SA del proyecto. Fuente: información tomada de la MIA-R con clave 23QR2018T0009.

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

## 5 CARACTERIZACIÓN MARINA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

### 5.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, se ubica en el área marina y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la localidad de Playa del Carmen. Para lo cual, se definió un área de 908,574.36 m<sup>2</sup> (90.86 Ha).

En la siguiente imagen se muestra la delimitación de zona de influencia directa, la cual se definió de acuerdo a la dimensión del proyecto y las condiciones fisiográficas de la zona, tomando como referencia las salientes más próximas, y las estructuras como muelles y estructuras protectoras de playa. Sus límites quedaron comprendidos de la siguiente manera:

- Límite norte: saliente geográfica hacia el hotel Velas
- Límite sur: saliente geográfica Punta Xcalacoco.
- Límite oeste se tomó como límite la isobata de -20m de profundidad de acuerdo a la Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak CONABIO, (25/04/2017).
- Límite este, únicamente se consideró la línea de la pleamar.

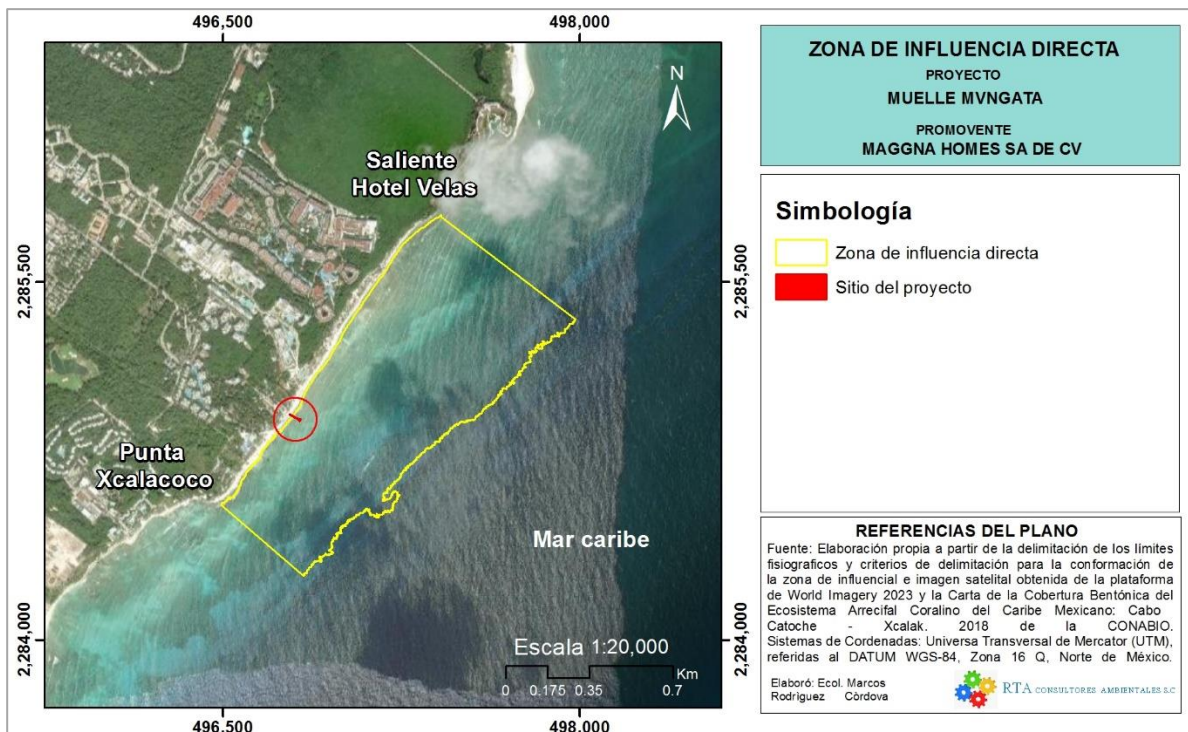


Figura 41. Se muestra la delimitación del área de influencia directa del proyecto.

## 5.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

Con base a la información consultada en la CONABIO, la información bibliográfica consultada y los estudios realizados en la zona por terceros, se procedió a realizar una prospección subacuática durante el mes de abril del presente, para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente.

Para ello, se realizaron recorridos mediante remolque de un buzo en snorkel desde una embarcación a baja velocidad para reconocer el patrón de zonación general y definir los límites entre subzonas; y posteriormente se realizaron muestreos en 42 sitios puntuales distribuidos dentro del área de influencia directa, en donde se registró información como la profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante, así como un levantamiento del listado de especies de los principales grupos taxonómicos con su referencia geográfica.

Con esta información se realizó una definición de los ambientes presentes en el área de influencia, y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar.

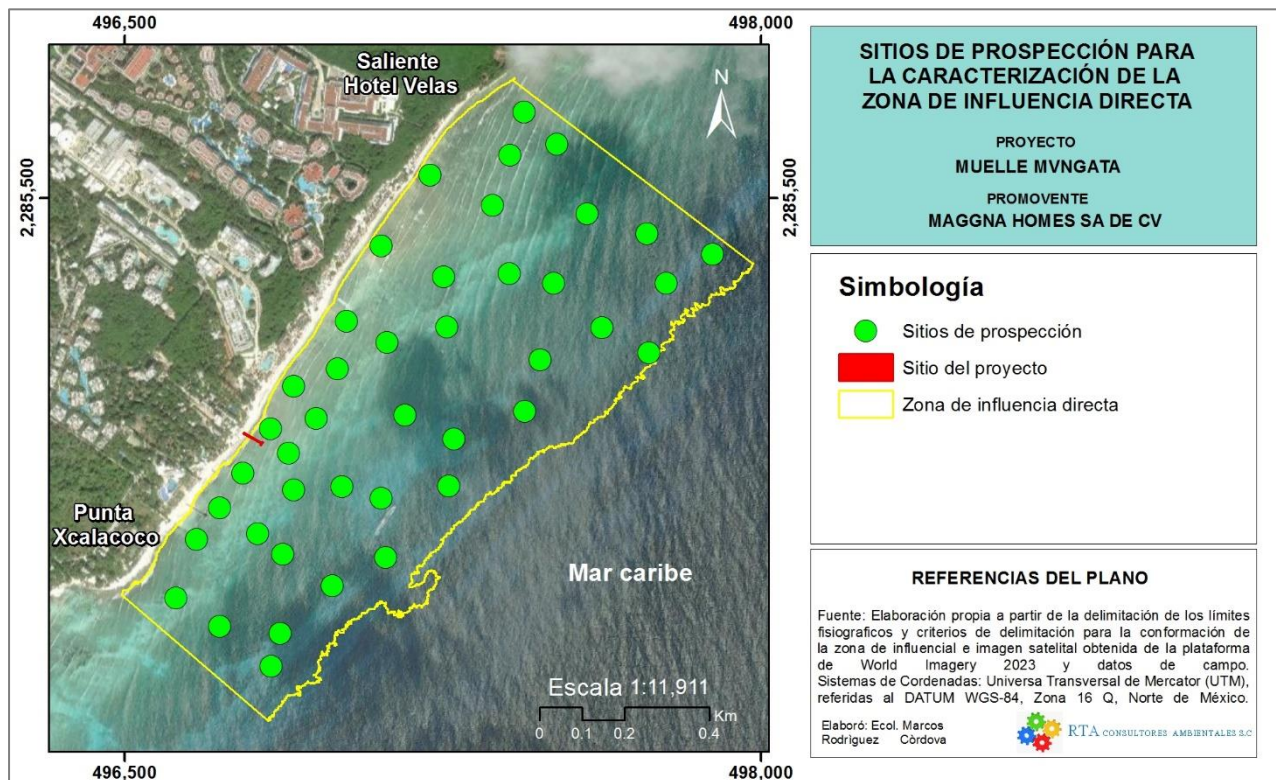


Figura 42. Sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro de área de influencia directa definida para el proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas de cada uno de los sitios muestreados.

Cuadro 12. Referencia geográfica de los sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro del área de influencia directa definida para el proyecto.

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	497,276.15	2,284,932.25	22	497,259.86	2,285,195.53
2	497,263.15	2,284,822.25	23	496,990.15	2,284,586.25
3	497,442.68	2,284,998.00	24	496,724.15	2,284,491.25
4	496,814.15	2,284,709.25	25	496,873.15	2,284,661.25
5	497,479.06	2,285,119.50	26	497,012.15	2,284,820.25
6	497,518.93	2,285,626.31	27	497,104.17	2,284,793.21
7	497,116.02	2,284,654.40	28	497,161.15	2,284,988.25
8	496,844.87	2,284,397.47	29	496,670.22	2,284,696.31
9	497,441.56	2,285,702.70	30	496,723.57	2,284,770.54
10	497,885.20	2,285,366.82	31	496,898.56	2,285,057.24
11	497,251.99	2,285,314.72	32	496,779.46	2,284,852.65
12	496,866.15	2,284,475.25	33	496,898.97	2,284,813.47
13	496,622.00	2,284,558.70	34	496,887.15	2,284,899.25
14	497,408.18	2,285,600.09	35	496,843.65	2,284,956.24
15	497,730.46	2,285,415.81	36	496,952.15	2,284,980.25
16	497,735.15	2,285,136.25	37	497,001.15	2,285,097.25
17	497,624.15	2,285,195.25	38	497,023.01	2,285,210.37
18	497,510.15	2,285,299.25	39	497,118.26	2,285,160.10
19	497,406.15	2,285,321.25	40	497,104.15	2,285,387.25
20	497,590.15	2,285,462.25	41	497,367.50	2,285,482.05
21	497,219.15	2,285,554.25	42	497,776.55	2,285,298.75

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

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

Para tal fin se realizó un muestreo estratificado, tomando en cuenta la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, et al, 1993a y Padilla, et al., 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con el tipo de ambiente que se reconoció para la zona.

Se reconocieron diferentes ambientes que se encuentran a lo largo del perfil batimétrico, definiendo 5 tipos de ambientes:

Cuadro 13. Patrón de zonación utilizado para la caracterización de la biota marina del área de estudio.

Ambiente marino	Abreviación
-----------------	-------------

Laja con macroalgas	La
Laja con gorgonáceos	Lg
Arenal somero	As
Canal de arena	Ca
Estructuras artificiales	Ea

En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.

Cuadro 14. Superficie por tipo de ambiente marino para el área de influencia directa delimitada para el proyecto.

Ambiente marino	Superficie		
	m <sup>2</sup>	Ha	%
Laja con macroalgas	365,303.48	36.53	40.21
Laja con gorgonáceos	267,078.27	26.71	29.40
Arenal somero	142,527.63	14.25	15.69
Canal de arena	133,340.23	13.33	14.68
Estructuras artificiales	324.74	0.03	0.04
<b>Total</b>	<b>908,574.36</b>	<b>90.86</b>	<b>100.00</b>

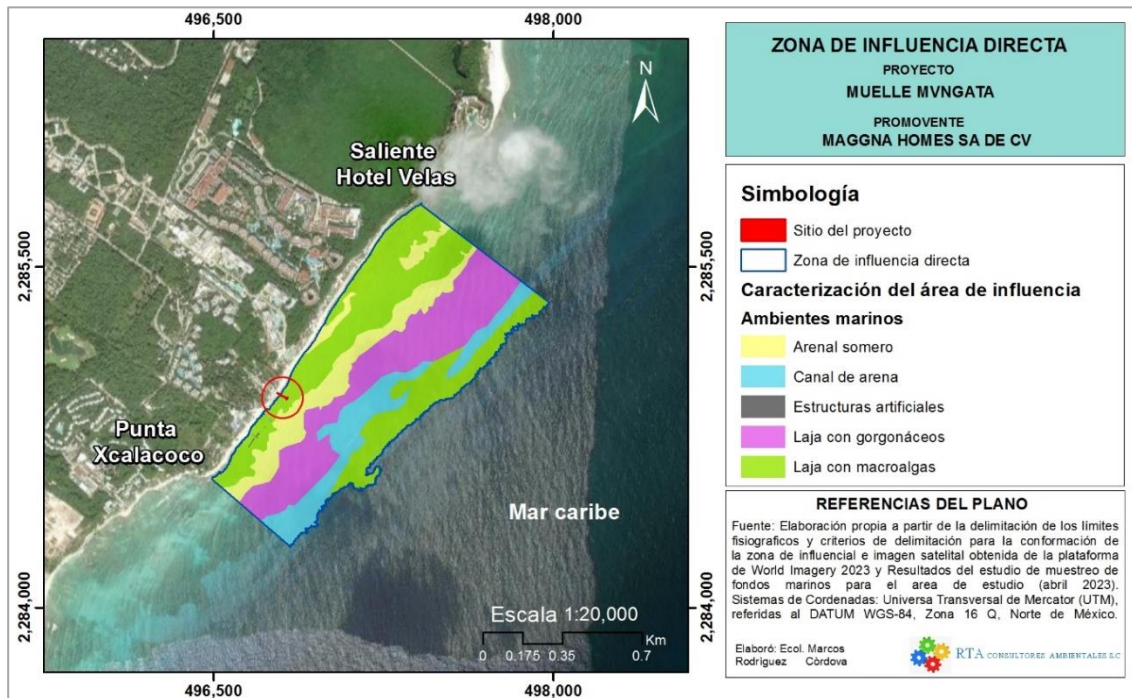





Figura 43. Se muestran los tipos de ambientes marinos del área de influencia indirecta del proyecto.

Ambiente del área de influencia indirecta	Imagen representativa
<p><b>Arenal somero:</b> Es un ambiente de poca profundidad cercano a la línea de costa representadas en franjas paralelas de norte a sur. El sustrato es arena fina principalmente, mezclada con arena media en algunos sitios. Para este sitio y la zona muestreada, la presencia de biota béntica es prácticamente nula.</p>	
<p><b>Laja con gorgonáceos:</b> Es un área extensa que se encuentra en la parte somera. Va desde los 6 hasta los 15 metros de profundidad. Se caracteriza por tener un sustrato de laja plana, de poca pendiente, en donde la comunidad bentónica dominante son los gorgonáceos. Se extiende de norte a sur en la parte central del polígono. En su parte más profunda, pegado al canal de arena, se forma un desnivel en donde empieza la laja, que en algunos sitios llega a tener hasta 1.5 metros de altura, principalmente hacia la parte Norte del polígono</p>	
<p><b>Laja con macroalgas:</b> se presenta dividido en 2 partes. Una franja amplia denominada Laja con macroalgas somera (La-s) que inicia casi desde la línea de costa y que se extiende hasta donde inicia el ambiente de arenal somero, y que va de 1 a 6 metros de profundidad. Este ambiente se caracteriza por un sustrato de laja plana con una capa fina de sedimentos, y que la comunidad bentónica dominante son las algas, las cuales se presentan en diferentes grados de abundancia, siendo más evidentes en las partes pegadas a la línea de costa, y con menor presencia hacia mar adentro.</p> <p>La segunda franja de este tipo de ambiente se denominó Laja con macroalgas profundo (La-p), se encuentra en la parte profunda del Arrecife Frontal, entre los 16 y 20 metros de profundidad. Se caracteriza por ser una laja plana sin relieve, con una alta cobertura de algas, y presencia de esponjas de diversos tipos principalmente masivas</p>	



Ambiente del área de influencia indirecta	Imagen representativa
<p><b>Canal de arena:</b> El canal de arena se forma en la parte profunda, y divide la Laja de gorgonaceos (Lg) de la laja de macroalgas profunda (La-p). Se encuentra entre 16 y 18 metros de profundidad. El sustrato es de arena fina, con muy poca presencia de comunidad bentónica.</p>	

En cuanto a la biota marina se registró un total de 16 especies de gorgonaceos, 25 especies de peces, 11 especies de esponjas, 31 especies de vegetación marina y 9 especies de invertebrados.

En el área de influencia directa se encuentran ubicadas las actuales estructuras de protección costera y un muelle, con que cuenta el Hotel The Fives Beach & Residence. Se encuentran instaladas sobre un ambiente de laja con macroalgas a una profundidad de 1.3 m, y llegan hasta el nivel de la superficie del mar.

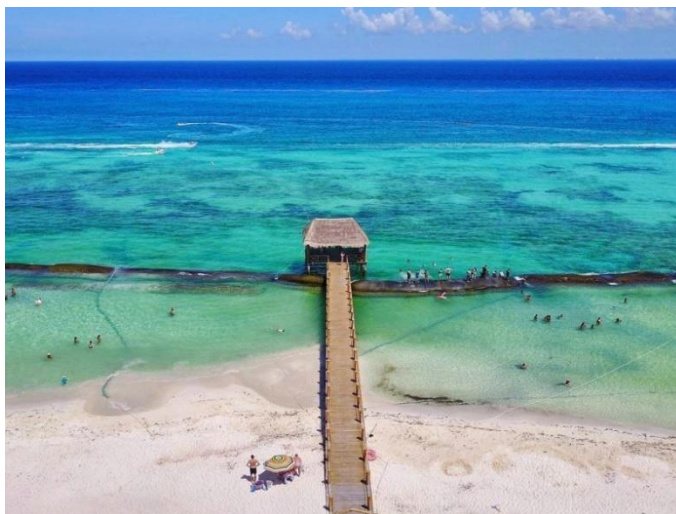


Figura 44. Se muestran las estructuras clasificadas como Estructuras artificiales (muelles y estructuras de protección costera) dentro de los ambientes marinos.

Estas estructuras se encuentran cubiertas principalmente de macroalgas, sobre todo en su parte superior que queda expuesta a la energía del oleaje, principalmente por algas verdes carnosas de la especie *Laurencia papillosa*, y el alga café *Padina* sp.

Estas estructuras parecen cumplir con el objetivo de reducir la fuerza con la que impacta el oleaje a la playa, pero no parecen ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles ya que el material textil se debilita y se desgarran con el tiempo. Sin embargo, se observó que por partes esta superficie está cubierta de coral de fuego y algas calcáreas, que le añaden mayor estabilidad a este sustrato. Del mismo modo también se observaron algunas colonias pequeñas de coral, de tamaños pequeños y dispersas en baja

abundancia. Por otra parte, el apilamiento de los bolsacretos también ha generado un micro-hábitat artificial para varios peces e invertebrados que encuentran refugio y alimento. En términos generales se observa mayor biota en el lado expuesto de las estructuras (Barlovento) en comparación con la biota que existe asociada al lado protegido de las mismas (Sotavento).



Parte expuesta o Barlovento



Parte protegida o Sotavento

Figura 45. **Arriba.** Vistas submarinas de las estructuras de protección costera existentes frente al Hotel The Fives Beach & Residence.

Sin embargo, los bolsacretos parecen no ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles, ya que se apreció que el material textil se debilita y desgarrar después de cierto tiempo de haber estado sumergido en condiciones de turbulencia constante. Por otro lado, este tipo de material no ofrece una superficie calcárea que propicie el asentamiento de organismos, como pudieran ser corales escleractinios de otras especies.

Por otro lado, **el área programada para instalar el Muelle MVNGATA** objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*. A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos; A continuación, se muestran imágenes representativas de las condiciones ambientales del sitio:



Figura 46. Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto.

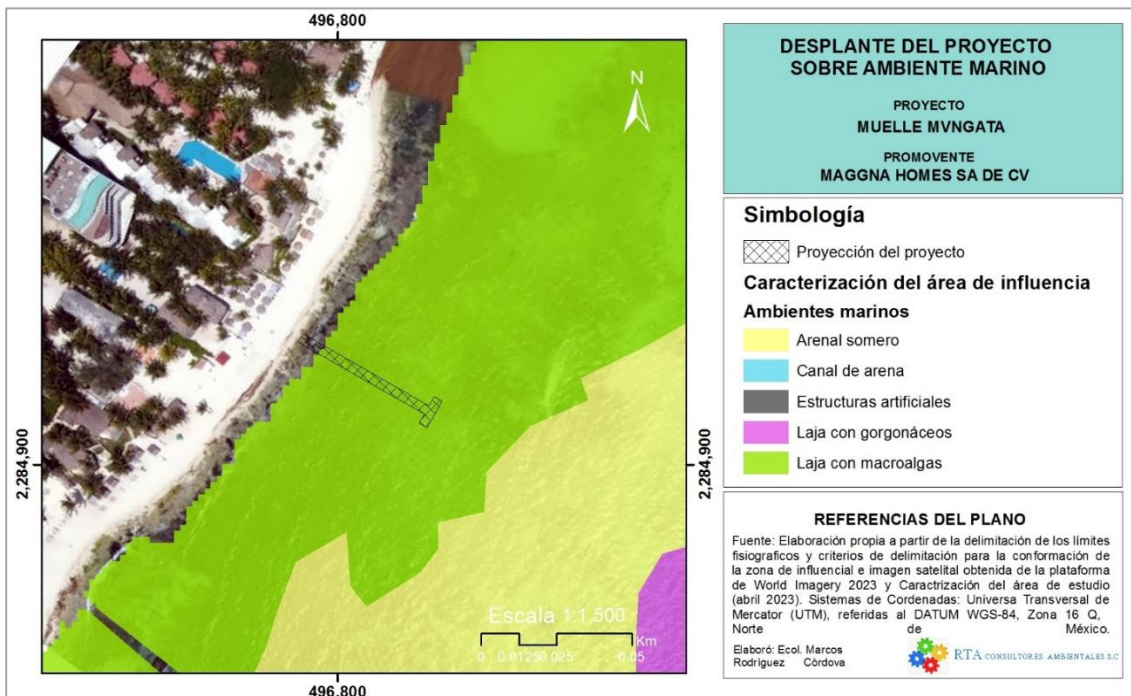


Figura 47. Se muestra el ambiente marino sobre el cual se pretende desplantar el proyecto, de acuerdo con la caracterización realizada en abril 2023 para este proyecto.

### 5.1. ESPECIES EN LA NOM059-SEMARNAT-2010

Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, **no se registraron** especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, para reafirmar el listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 reportadas para el SA (de acuerdo a bibliografía), se hizo un recorrido visual en la zona de la rompiente arrecifal reportada dentro del SA, ubicada a 1,860 m de la zona de desplante del proyecto y **fuera de la zona de influencia directa**, lo anterior, con la finalidad de reconocer especies dentro de alguna categoría de protección dentro del SA con posible afectación por desarrollo del proyecto. Como resultado de este recorrido, se registró la presencia de 3 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y una de gorgonáceos de la especie *Plexaura homomalla*, **esto en la rompiente arrecifal**.

Cuadro 15. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que están presentes en el SA del proyecto, fuera de la zona de desplante y área de influencia del proyecto.

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución dentro del SA
Corales duros (escleractinios)	<i>Acropora palmata</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
	<i>Acropora cervicornis</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
Corales blandos (gorgonáceos)	<i>Plexaellura homomalla</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal

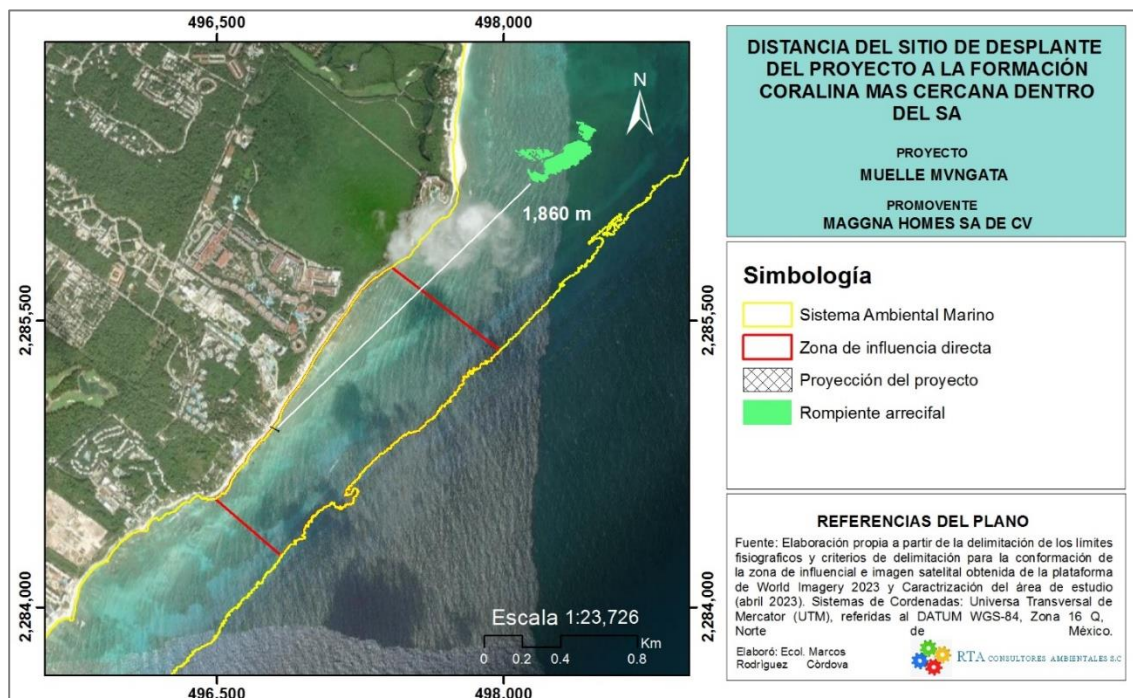


Figura 48. Se muestra la distancia del sitio donde se encontrará el proyecto a la formación coralina más cercana, donde se registraron especies en la NOM-59-SEMARNAT-2010.

El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.

## 5.2. CONCLUSIONES DE LA CARACTERIZACIÓN MARINA EN EL SA, Y DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA PARA EL DESPLANTE DEL PROYECTO.

- El SA marino definido para el proyecto Muelle MVNGATA presenta un sistema arrecifal con diferentes grados de desarrollo.
- El área de influencia directa delimitada para el desplante del proyecto, es la zona con menor grado de desarrollo dentro del SA, tanto en la estructura coralina como en la comunidad biótica.
- La ausencia de una Cresta Arrecifal en la zona de influencia directa provoca que los ambientes en este sitio sean muy homogéneos y con baja diversidad biológica, en donde los corales, como principales constructores arrecifales, se encuentran pobremente representados.
- El área destinada para la instalación del proyecto Muelle MVNGATA presenta una comunidad biótica pobre. Sin embargo, se recomienda implementar un programa de rescate y reubicación de biota marina previo al inicio de las obras.
- **Dentro del SA**, se registró la presencia de 3 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y una de gorgonáceos de la especie *Plexaura homomalla*, **esto en la rompiente arrecifal**, ubicada a 1,860 m al norte del área de desplante del proyecto y **fuera de la zona de influencia directa**.
- Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, **no se registraron especies enlistadas** en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## 6 CARACTERIZACIÓN TERRESTRE DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA.

### 6.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA TERRESTRE.

Como área de estudio terrestre, se definió el frente costero del predio de la zona conocida como Mvngata Beach Hotel, esta área comprende la zona de la playa, abarcando una superficie total de 1,101.94 m<sup>2</sup>. El total de la superficie está ocupada por zona de playa.

#### Metodología

El trabajo de campo de prospección en el sitio se llevó a cabo en abril de 2023 para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que carecen casi por completo de vegetación como la playa.

Se realizó un sobrevuelo con Drone marca Phantom 4 pro, para la obtención de una fotografía aérea conformada a través de un ortofotomosaico, el cual se obtuvo tras un

proceso de análisis de 306 fotografías en el software Pix4D. Obteniendo como resultado: la calibración del 83%, es decir, 257 de 306 imágenes, con un grado de error en la georreferenciación de 3.44 cm, un área cubierta de sobrevuelo de 15.14 ha; obteniendo así un ortofotomosaico digital en formato TIFF.

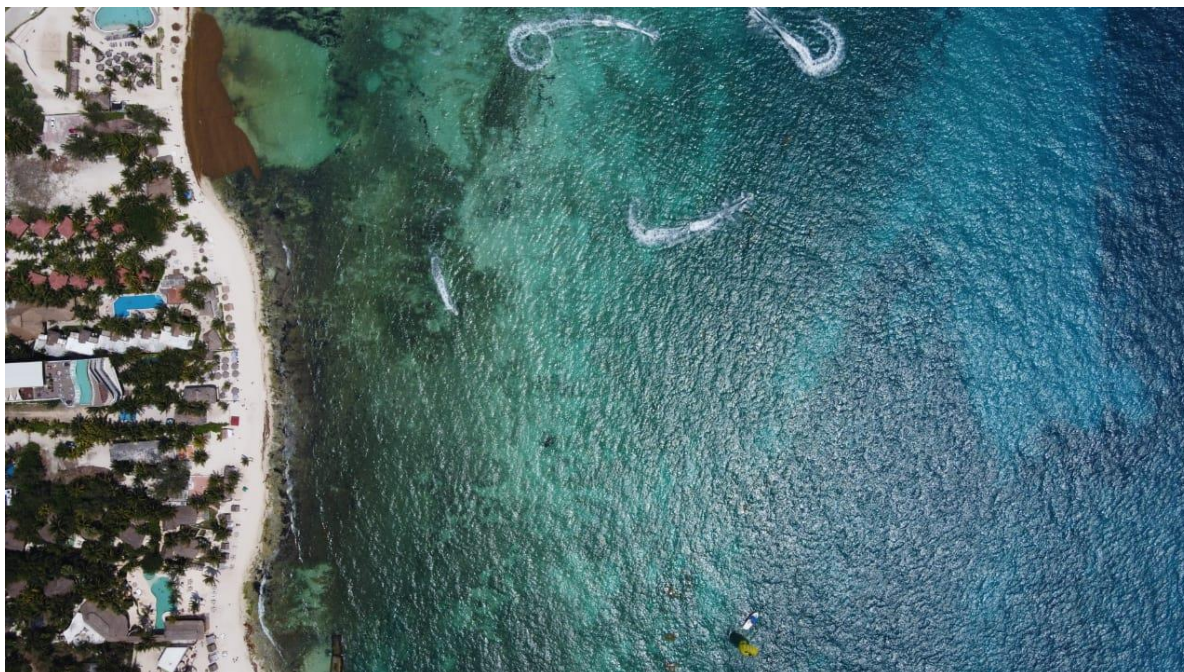


Figura 49. Se muestra el ortofotomosaico obtenido del post procesamiento.

Con base en el ortofotomosaico obtenido, se reconoció de manera preliminar el área de estudio terrestre misma que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos. Finalmente, para documentar el trabajo de campo y el registro de especies de flora y fauna, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber-shot de 10.1 mega pixeles y se hizo la clasificación taxonómica de las especies encontradas.

## Resultados

Durante los recorridos realizados en el área definida como área de estudio terrestre, únicamente se observaron especies de palma de coco (*Cocos nucifera*), de entre 5 y 8 m de altura, propias del Club de playa que se encuentra a pie de playa de la zona de estudio. Las palmas observadas se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias y de crecimiento, de ahí en fuera, el área de playa se encuentra desprovista de vegetación, tal como se puede apreciar en las imágenes.



Figura 50. Se muestra el club de playa y las palmeras que se encuentran en la zona muestreada.

Resulta importante mencionar que la zona de playa tampoco presenta elevaciones topográficas que refieran a una Duna o fragmentos de conformación de la misma, así como tampoco no hay vegetación de este tipo de ecosistemas.

### **Condiciones de la zona terrestre del arranque del muelle.**

La parte terrestre donde se pretende colocar el arranque se muelle, ha estado sujeta a procesos erosivos principalmente por fenómenos hidrometeorológicos desde hace mucho tiempo. Esta condición ha generado la pérdida de la duna costera, hasta llegar a exponer la roca.

Desde una perspectiva simple, la zona se observa como un litoral con arena y rocas expuestas producto presumiblemente de los procesos erosivos que han acontecido en la zona.



Figura 51. Se muestra el área de arranque del muelle.

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA TERRESTRE PRESENTE EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

De manera puntual, debido a los registros de fauna obtenidos, la identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando únicamente las claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

### 6.2.1 Resultados.

Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron tres especies de aves *Calidris minutilla* (Playero), *Larus atricilla* (Gaviota reidora) y *Pelecanus occidentalis* (Pelicano pardo).



*Calidris minutilla* (Playero)



*Larus atricilla* (Gaviota reidora)





*Pelecanus occidentalis* (Pelicano pardo)

En la playa del proyecto no se tiene registro de que sea una zona de anidación de Tortuga marina.

## 7 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Cuadro 16. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

<b>La visibilidad</b>	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
<b>La calidad paisajística</b>	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, cuerpos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian


	otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
<b>La fragilidad del paisaje</b>	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).



Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

<b>Actividad</b>	<b>Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.</b>
Área de estudio y zona de influencia.	<p>El área de estudio corresponde al área donde se pretende llevar a cabo el proyecto, en la franja costera marina y este contempla la construcción de un Muelle rustico para uso turístico.</p> <p>La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, dicha delimitación se consideró en función de las características ambientales y funcionales de la unidad fisiográfica Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros, a su vez dividido en una zona terrestre y otra marina.</p> <p>El Sistema Ambiental del proyecto cuenta con una superficie de 2,938.94 ha, de las cuales una superficie de 1,789.82 ha (60.99%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 1,149.12 ha (39.01%) corresponden al componente marino.</p> <p>El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, vialidades secundarias y diferentes accesos de terracería que la fragmentan, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general tiene cierta fragmentación, sin embargo, aún no es tan evidente como el de otras zonas de la costa.</p> <p>Dentro del SA se definió un área de influencia directa. Esto con el fin de valorar de manera diferencial los impactos que se generarían por las actividades propuestas.</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.
<p>Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.</p>	<p>Los vecinos más cercanos al área de estudio son:</p> <p>Al Norte, club de playa y Hotel Ocean Riviera Paradise. Al Sur, Predio sin obras y Hotel The Fives Beach. Al Este, Zona marina con cierto tránsito de embarcaciones y tránsito de peatones en la zona de playa. Al Oeste, Predio del proyecto con importante afluencia de turistas a lo largo del año.</p> <p>En la zona de influencia indirecta del proyecto se tienen algunos núcleos de observadores: Al Norte se ubican el hotel Mayacobà cuyos usuarios transitan a pie por la playa de Grand Velas. Al sur de igual forma se registran varios transeúntes provenientes de los hoteles ubicados al sur como el Princess. Al Este, las personas que circulan en embarcaciones en la zona marina, y las personas que transiten caminando en la zona de playa, que son los usuarios de los hoteles, pescadores, vendedores ambulantes, entre otros. Al Oeste, solamente las personas que entren al Hotel, y en el límite del SA se ubica la carretera federal 307 a 2.17 Km de donde se desarrollará el proyecto, pero este no es visible desde ella.</p> <p>La accesibilidad a la zona del proyecto es bastante grande, ya que se tiene acceso por la playa, por la zona marina y por el hotel que está en operación.</p> <p>El paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, con hoteles de diferentes categorías en la escala de servicios de turismo (tipo gran turismo o de diferentes estrellas), playas hermosas con arena blanca; mar azul turquesa típico del Caribe en algunas de las zonas y otras con el mar color café por el aporte de materia orgánica y taninos de los humedales. Las personas que logran percibir el problema de la erosión de la playa y de las dunas, son aquellas que transitan por la playa, y aquellas que se hospedan en los diferentes hoteles del SA, ya que en ellos pueden apreciar las condiciones de estos ambientes. Asimismo, las personas que transitan por la playa pueden percibir varias estructuras protectoras de costa, siendo que algunas sobresalen del nivel medio del mar, como es el caso de las instaladas por Mayacoba y el Hotel Grand Velas y las que están instaladas a pocos metros al sur del área de desplante del proyecto, mismas que se intuye pertenecen al Hotel The Fives Beach.</p>
<p>Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).</p>	<p>Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del SA lo hacen vía terrestre caminando, o bien, por embarcaciones en la zona marina. La zona marina del predio no se usa por los prestadores de servicios turísticos para buceo libre</p>

<b>Actividad</b>	<b>Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.</b>
	<p>ni esnorqueleo, de ahí que el paisaje del fondo marino no se consideró como componente central para el análisis del paisaje.</p> <p>El componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia del proyecto y del sitio donde se proponen las obras, es la vegetación y uso de suelo en la parte terrestre, y en la zona marina se considera sólo una unidad visible como el mar en su totalidad, ya que los observadores que transitan en las embarcaciones van sobre ellas y no buceando en el fondo, y los transeúntes de la playa perciben la unidad de paisaje de playa del SA terrestre y el mar en su totalidad con las estructuras protectoras de playa que son sobresalen del nivel del mar.</p> <p>De ahí que en la zona de influencia terrestre hay 8 unidades de paisaje donde la infraestructura y zonas desmontadas rompen con la continuidad de la vegetación: vegetación de duna, manglar, selva, infraestructura, playa, cuerpos de agua, y áreas sin vegetación, siendo predominante la vegetación de manglar.</p> <p>En la zona marina se consideró una unidad de paisaje que corresponde a la vista que tiene el mar desde la superficie. En esta vista superficial son visibles las zonas de boyeo que marcan áreas de tránsito de embarcaciones, o bien, estos proyectos de arrecifes artificiales o protecciones costeras, que han sido instalados en proyectos en varias partes del SA. Durante la construcción del proyecto se percibirán las embarcaciones, siendo más evidente la draga, y el movimiento de personal en la zona marina con las embarcaciones menores de apoyo.</p> <p>En los hoteles donde más sobresale la instalación de estructuras de protección costera y algunos Muelles rústicos son, Mayacoba y Grand Velas al norte y las del Hotel The Fives al sur de la zona del proyecto.</p> <div data-bbox="673 1465 1276 1917" data-label="Image"></div> <p data-bbox="651 1921 1295 1955">Arrecifes artificiales temporales de Mayacobá</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.
	 <p data-bbox="537 678 1409 709">Bolsacretos temporales y permanentes del Hotel Grand Velas</p>  <p data-bbox="748 1131 1198 1163">Muelle frente al Hotel The Fives</p> <p data-bbox="506 1205 1443 1304">Figura 52. Se muestran algunas estructuras colocadas en el área marina del SA del proyecto, que forman parte del paisaje marino que perciben los transeúntes de la playa y los que circulan en el área marina.</p> <p data-bbox="506 1346 1443 1451">El componente central en la zona de influencia indirecta y directa de acuerdo al proyecto que se plantea está conformado por 3 ecosistemas principales: playa, duna y zona marina.</p> <p data-bbox="506 1493 1443 1596">La playa se percibe con zonas rellenadas en todo el SA y al mismo tiempo, presenta zonas con problemas de erosión en gran parte del SA.</p>
<p data-bbox="219 1711 451 1816"><b>Controlar las condiciones de visibilidad.</b></p>	<p data-bbox="506 1604 1443 1818">La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por la playa y en las embarcaciones, y los que accedan por el camino de conexión con la carretera zona de Playa Xcalacoco. Las actividades no son percibidas desde la carretera por lo distanciado que se encuentran de ella a 2.17km.</p> <p data-bbox="506 1860 1443 1921">No hay un punto de vista panorámico ya que el área de su ubicación es plana, y el proyecto se ubica en la cota batimétrica de</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.
	<p>-1.098 msnm desde el arranque del muelle hasta una profundidad de -1.6 msnm.</p> <p>Desde las embarcaciones si será perceptible el proceso constructivo del Muelle, no obstante, una vez concluido, este pasara a formar parte de los proyectos similares que se encuentran en la zona. Asimismo, el boyeo que se instale para señalar el proceso constructivo, será visible desde el área marina.</p> <p>Durante la etapa de construcción serán visibles las embarcaciones que realizarán los trabajos en la zona marina. Así como el movimiento de las embarcaciones menores con su personal.</p>
<p>Analizar calidad y fragilidad paisajística.</p>	<p>El proyecto se insertará en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. La instalación del muelle que se propone, no sería un elemento extraño del paisaje, ya que en todo el SA se desarrollan estructuras como la que se propone, aunado de estructuras de protección de playa.</p> <p>La zona de trabajo se boyará para evitar afectaciones de ningún tipo, las cuales sí serán visibles por las embarcaciones que transiten en la zona marina.</p> <p>La calidad paisajística desde la carretera federal o de algún otro punto de los caminos perpendiculares de acceso a la playa no presentará cambios, dado que la vegetación de selva y manglar no permiten ver el proyecto.</p> <p>Otro factor a considerar en la calidad y fragilidad del paisaje es que con este tipo de proyectos no se genera infraestructura que rompa la continuidad del paisaje en la parte terrestre y se apega a lo que marca el POEL del Municipio de Solidaridad. Asimismo, en la zona marina el tipo de proyecto se apega a las actividades que permite el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.</p> <p><u>Fragilidad</u></p> <p>Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores.</p> <p>A nivel del SA, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es selva baja subcaducifolia por lo que tiene un valor</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Muelle MVNGATA”.
	<p>de fragilidad bajo siendo el área con mayor potencial de conservación reforzado por la normatividad de protección que lo regula, aun cuando ha sido fragmentado por algunos accesos perpendiculares a la playa y los desarrollos antropogénicos, por lo que representa el 26.36% de la cobertura del SA; las áreas de manglar tienen una fragilidad media condicionada por su aprovechamiento para desplantar infraestructura y perturbaciones antrópicas puntuales y representa el 12.41% del SA; las unidades de paisaje de duna y playa tienen una fragilidad alta debido a que varios de los desarrollos turísticos se han instalado en esa zona y las áreas de vegetación que prevalecen presentan procesos erosivos importantes. Estos representan el 0.51% y 2.02 % del SA, respectivamente. La zona marina tiene una fragilidad media en función de los cambios naturales y antropogénicos que se dan en la zona marina del SA y en función de la modificación de su dinámica por el cambio climático global.</p>

Con la implementación del proyecto se busca rehabilitar y recuperar las condiciones ambientales de la vegetación de duna costera y revertir los procesos erosivos de la playa, mejorando con ello la calidad paisajística de la zona costera del predio y creando nuevos hábitats para la colonización de organismos bentónicos y el desarrollo de gran diversidad de especies marinas.

A continuación, se presenta una serie de imágenes en las que se observan diferentes perspectivas paisajísticas a las que se integrará el proyecto “MUELLE MVNGATA”, donde se puede observar el estado actual de fragilidad del área de playa y la infraestructura existente, similar a la que se propone con el desarrollo del proyecto.



Muelle y estructuras de protección costera en playa Xcalacoco.



Playa frente al desarrollo Marea Azul. A 1,434 m al sur del sitio del proyecto.



Muelle rustico para uso turístico, ubicado a 211 m al sur del sitio del proyecto.





Playa arenosa, infraestructura y estructuras de protección costera frente al Hotel Grand Velas, a 1,400 m al norte del sitio del proyecto.

## 8 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Existe un alto porcentaje de costas en el mundo (70%-90% dependiendo de los autores) que están sufriendo procesos de erosión. En muchos casos, las actividades del hombre han hecho que este fenómeno se incremente, por ejemplo, limitando el abasto de sedimentos que vienen de tierra adentro o bien por obras de protección costera que evitan el movimiento de sedimentos entre las diferentes celdas costeras, y la propia elevación del mar cuyo oleaje penetra más en las propias playas llevándose la arena de zonas donde no alcanzaba previamente (Bird, 1996).

Un incremento en el nivel del mar, como consecuencia del cambio climático que hoy vivimos, modifica el balance entre el transporte hacia la tierra y hacia el mar, de modo que más frecuentemente se extraen más sedimentos hacia mayores profundidades, de donde no pueden regresar. Por tanto, el incremento en el nivel del mar produce un presupuesto negativo y hace que aumente la erosión. Otro factor que afecta este balance son las estructuras costeras como muelles, y las denominadas estructuras de protección como escolleras, espigones, muros de contención, que frecuentemente se asocian a las bocas de lagunas, desembocaduras de ríos y desarrollos turísticos mal planificados.

### Diagnóstico ambiental a nivel del SA

El Sistema Ambiental determinado para el presente proyecto, consiste en una unidad fisiográfica costera de 1,789.78 ha donde interactúan 5 tipos de ecosistemas principales: selva baja subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, manglar, ecotono manglar – selva y Duna costera. Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 fueron 4. La vegetación con mayor superficie en el SA fue la Selva baja subcaducifolia con 471.75 ha, seguido del manglar con 222.08 ha,.

La vegetación de selva tiene una altura promedio de 8 m (aunque existen ejemplares de hasta 15 m), la estructura y composición florística se encuentra en buen estado de conservación en la mayor parte de su superficie, sin quedar a salvo que puedan presentar diferentes grados de sucesión tras eventos pasados de perturbación y la presión antropogénica que se tiene en la zona.

El manglar presenta por lo menos cuatro distintas asociaciones y se encuentra en general en buen estado de conservación, sin embargo, sí ha perdido superficie debido al proceso de erosión costera y retroceso de la línea de costa que de manera natural se da en el SA. Esta problemática en el manglar se ve incrementada por la presencia de huracanes y tormentas que generan muerte de individuos por deshidratación, sofocación por arena e intrusión salina. Se prevé que estos daños serán incrementados por efectos del cambio climático. Otro factor que amenaza al ecosistema de manglar es el desmonte para la construcción de caminos e infraestructura turística.

En lo referente a la vegetación de duna costera en la mayor parte del SA ha sido modificada en algún grado. Hay secciones donde se ha mantenido en su zonificación natural con la sección de halófitas costeras y matorral costero o selva baja costera, pero en otras ha prácticamente desaparecido debido al asentamiento de infraestructura de diferente índole, disminuyendo con esto la protección natural que este ecosistema ofrece ante el embate de los procesos erosivos marinos.

Como resultado de la erosión de la playa y duna costera en algunas partes del SA existen restos palmas que han quedado expuestas al mar con efectos erosivos evidentes en sus raíces, observándose pendientes verticales en la duna por los efectos erosivos.

El relieve submarino del SA se encuentra formado principalmente por Primer nivel de terraza continental el cual representa el 75.05 % del relieve marino, le sigue el Segundo nivel de terraza con 18.81%, de piso lagunar se ocupa el 5.31%, la cresta arrecifal ocupa 0.69%, arrecife frontal con 0.10% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.03% del SA. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SA marino.

la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 56.57% del SA marino, seguido de sedimentos con 29.13%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos marinos, mismos que representan 7.05%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 3.75%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 2.61%, en la parte central se encuentran Tocones y pedacera de coral en 0.51%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la Estructura coralina con 0.24%, octocorales y corales con 0.14% y el arrecife rocoso con tan solo 0.02%.

El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, se ubica en el área marina y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la localidad de Playa del Carmen. Para lo cual, se definió un área de 908,574.36 m<sup>2</sup> (90.86 Ha).

No obstante, se delimito un área de influencia directa sobre cual el proyecto impactará de manera inmediata. Para la caracterización de dicha área, de manera complementaria, se realizó un muestreo intensivo durante el mes de abril del 2023. Teniendo que dentro de este polígono no se registraron formaciones arrecifales, lo que se infiere, es debido a la ausencia de una cresta arrecifal bien desarrollada y un Arrecife Frontal incipiente.

Como se puede apreciar, no todos los ambientes definidos para el SA que se describen en la Carta de Hábitats Bentónicos de los Ecosistemas Marinos del Caribe Mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. 2018, de la CONABIO, se encuentran representados en el área de influencia.

En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.

Dentro del SA definido para el proyecto se registró un total de 3 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como sujetas a protección especial (Pr), siendo los corales *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*, así como una de gorgonaceos, *Plexaura homomalla*, esto en la rompiente arrecifal ubicada a 1,860 m al norte del área de desplante del proyecto y fuera de la zona de influencia directa.

El arrecife del SA marino de este proyecto se encuentra sujeto a factores ambientales y antrópicos que provocan la baja presencia de corales constructores de arrecifes, lo cual se refleja en un detrimento de la calidad y funcionalidad de este ecosistema.

Con base en lo anterior, se puede concluir que el estado de conservación del SA es medio en su parte terrestre y marina. Lo cual se representa en el siguiente plano.

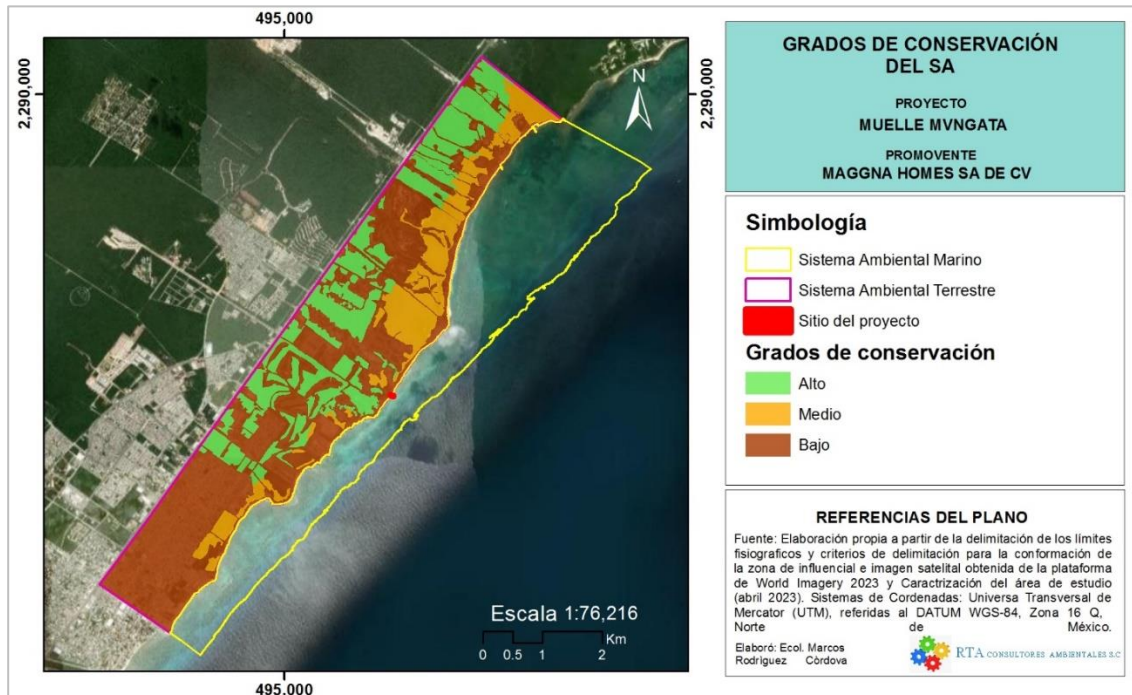


Figura 53. Se muestra el estado de conservación de la vegetación en el SA terrestre.

## 9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL A NIVEL DEL ÁREA DE INTERÉS

Con base en la descripción de las condiciones ambientales del sistema ambiental, así como del área donde se pretende construir el proyecto “Muelle MVNGATA”, se puede decir que el estado de conservación de la sección terrestre es muy bajo, ya que el área donde se encuentra inmerso el Sistema Ambiental, ha presentado una enorme presión en los últimos 40 años, a tal grado que los paisajes naturales de ese entonces, han cambiado drásticamente a un escenario en su mayoría urbano.

Los principales cambios en la zona son la fragmentación y deforestación de los principalmente los ecosistemas terrestres, ya que se ha eliminado la cobertura vegetal nativa y se ha sustituido por infraestructura turística y áreas verdes conformadas por especies ornamentales y especies nativas. Esta vegetación inducida ha condicionado que la fauna presente en el sistema también sea escasa y sólo se registran especies de fauna oportunistas que se han adaptado a estas condiciones de perturbación.

El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, se ubica en el área marina y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la localidad de Playa del Carmen. Para lo cual, se definió un área de 908,574.36 m<sup>2</sup> (90.86 Ha), la cual presenta un estado de conservación medio, debido a los impactos de los procesos erosivos que han impactado los ecosistemas terrestres y marinos y a la presión de origen antropogénico, principalmente por las actividades turísticas, aunque se estén implementando proyectos para su recuperación en el caso de la zona marina.

El área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la

comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*. A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos

Los fenómenos naturales también han generados cambios. Para esta zona en particular los huracanes de gran intensidad también han mermado la cubierta vegetal, del sistema terrestre y provocado cambios en los ambientes marinos, afectando las unidades arrecifales, y provocando el acarreo de sedimentos y de escombros en la zona marina, desde el huracán Wilma en 2005 y hasta los fenómenos hidrometeorológicos más recientes como Delta y Zeta en 2020 y Grace en 2021.

## **10 MEDIO SOCIOECONÓMICO.**

### **10.1 CONTEXTO REGIONAL.**

El centro de población adyacente a la Unidad Fisiográfica Punta Chuchuen – Punta Xcalacoco, identificada como el Sistema Ambiental (SA) del proyecto, es Playa del Carmen en el municipio de Solidaridad, siendo un centro de población con importante afluencia de pobladores e influencia para el proyecto, particularmente por el uso de recursos naturales a través de diferentes actividades económicas y productivas asociadas.

Este análisis busca establecer por tanto los principales aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales de la zona adyacente al área del proyecto.

#### **10.1.1 Demografía.**

Playa del Carmen es una ciudad mexicana, cabecera del municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Cuenta según datos del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2020 con una población de 304,942 habitantes por lo que es la segunda ciudad más poblada de Quintana Roo.

Su principal actividad económica es el turismo. Esto viene de la mano que también se genere mucho empleo en la industria de la construcción, esta es la segunda industria más importante del municipio.

La mancha urbana actual abarca la zona de costa considerada turística y los asentamientos humanos que a lo largo de ambos lados de la carretera se han desarrollado. La superficie actual es aproximada de 4,970 hectáreas sin embargo hay que considerar que dentro de estas zonas existen vacíos urbanos en proceso de desarrollo. La densidad considerada en base a la población del conteo CONAPO es de 40 habitantes por hectárea.

Casi todas las construcciones son de block y concreto en uno a tres niveles, aunque ya se presentan aisladamente construcciones de 4 niveles. La ciudad no cuenta con construcciones de arquitectura tradicional sino es una mezcla entre lo moderno y la arquitectura vernácula

El desarrollo urbano que presenta es lineal, el pequeño poblado de pescadores se convirtió en una ciudad paralela al mar y a la carretera Cancún-Tulum. Tiene un centro administrativo que se encuentra rodeado de comercios y servicios como restaurantes y pequeños hoteles. Hacia el norte y poniente se extienden las zonas habitacionales. Sobre la carretera federal 307 se ubican pequeños comercios, restaurantes además de refaccionarias y talleres de neumáticos, estas instalaciones no son representativas, pero afectan la imagen urbana de la entrada y salida de la ciudad.

El uso del suelo que predomina en el centro urbano de la localidad es el turístico. En su mayoría se trata de hoteles y mesones que tienen entre 10 y 25 habitaciones donde se alberga turismo extranjero y nacional.

El uso habitacional se extiende hacia el norte y poniente del área central, se trata principalmente de uso habitacional unifamiliar, la vivienda multifamiliar no es significativa. En la reserva poniente ha tenido un auge la construcción de conjuntos habitacionales de nivel medio. Los usos comercial y mixto se ubican en la parte central del poblado donde también se concentran los principales servicios administrativos, eclesiásticos y equipamiento urbano.

## **10.2 CONTEXTO MUNICIPAL.**

### **10.2.1 Infraestructura**

#### **Agua potable.**

La Comisión de agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA) es el organismo encargado de suministrar los servicios de agua potable y alcantarillado en la entidad. Los datos que aparecen a continuación provienen del Plan Maestro de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Ciudad de Playa del Carmen elaborado por la CAPA.

El Sistema de abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Playa del Carmen, depende del Organismo Operador Solidaridad, este sistema es compuesto por pozos, acueductos, tanques y redes que abastecen a la Ciudad de Playa del Carmen de manera continua.

El sistema de agua potable para el centro urbano Playa del Carmen se muestra en la siguiente figura, donde se establecen los pozos de captación, las líneas de conducción y los tanques de regulación.

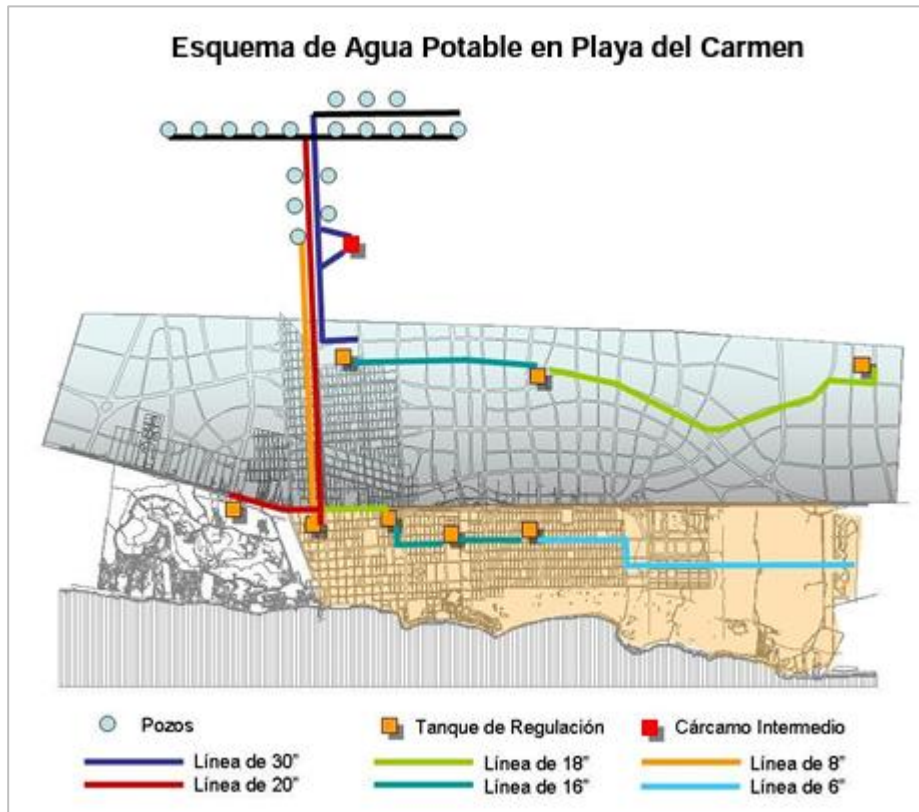


Figura 54. Se muestra el esquema de abastecimiento de agua potable en Playa del Carmen.

Considerando que de acuerdo con el INEGI el índice de ocupación por vivienda es de 4.5 habitantes por vivienda, tendríamos que 34,964 usuarios domésticos nos representan 157,338 habitantes.

El sistema de Agua Potable de la Ciudad de Playa del Carmen, está compuesto por captación, conducción, regulación y distribución.

La localidad de Playa del Carmen se abastece con aguas subterráneas, la zona de captación la constituyen 18 pozos profundos localizados al poniente de la ciudad, a 15 kilómetros de la costa, el acuífero es de tipo libre costero, por lo que se requiere extremo cuidado en su explotación, con el fin de evitar la intrusión de aguas salinas, en la actualidad se tiene captación de total 395 l/s.

Como se mencionó anteriormente la zona de captación cuenta con una batería de pozos, con una línea de conducción de 17,586 ML, de los cuales 4,500 ML corresponden a la batería de los pozos y los restantes 13,086 ML corresponden a la línea de conducción principal.

La regularización del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Playa del Carmen está compuesta de 7 Estaciones de Almacenamiento y Distribución Primarios y 2 Tanques Secundarios.

Se ha calculado que la capacidad de regulación es de 8,772 m<sup>3</sup>, considerando únicamente los tanques primarios ya que de ellos se alimentan los tanques secundarios que abastecen colonias o unidades habitacionales específicamente.

## **Distribución**

Los sectores están establecidos de acuerdo a las áreas de influencia que ejercen los tanques superficiales y elevados. Del total de agua extraída en la zona de captación (395 Lps.), 80 lps. (El 20.25% de la producción total) son enviados al complejo turístico PlayaCar.

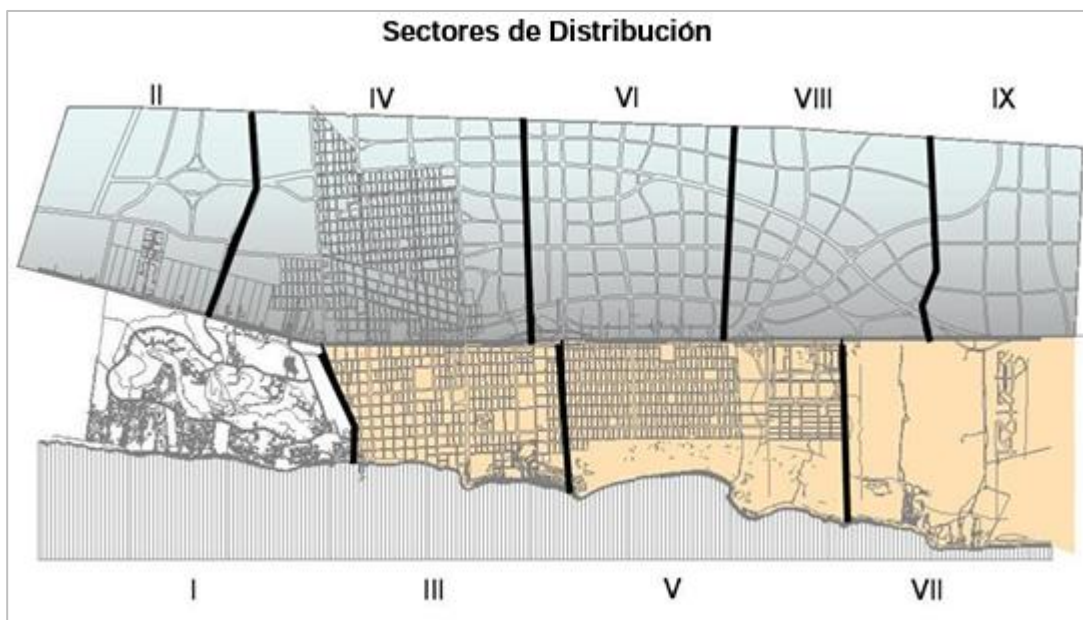


Figura 55. Se muestran los sectores de distribución de agua potable en Playa del Carmen.

La longitud total de tubería contabilizada es de diferentes materiales, predominando el PVC y el Asbesto Cemento en las zonas más antiguas de la Ciudad se estima que en esta red perdemos cerca del 30% del caudal total entregado, principalmente en fugas no visibles y en fugas al interior de los domicilios.

Actualmente se ha calculado que la dotación promedio de la Ciudad es de 202 litros/habitante/día.

### **10.2.2 Drenaje sanitario y saneamiento**

Playa del Carmen, es una de las ciudades del Estado de Quintana Roo que ha tendido a que su desarrollo urbano haya sido acompañado del crecimiento de su infraestructura de agua potable y drenaje sanitario; esto ha permitido mantener un rezago del 2 al 5% en los últimos años.

Las primeras redes fueron las del casco urbano antiguo o primer sector de la ciudad. Los proyectos más grandes y que permitieron abatir un importante rezago, al iniciarse el desarrollo urbano acelerado fueron las redes de drenaje de la Colonia Colosio y el de la Colonia Ejidal. En lo que respecta a las zonas que desarrollan los fraccionadores privados, todas se construyen con sus redes propias, las cuales se incorporan a la infraestructura primaria.



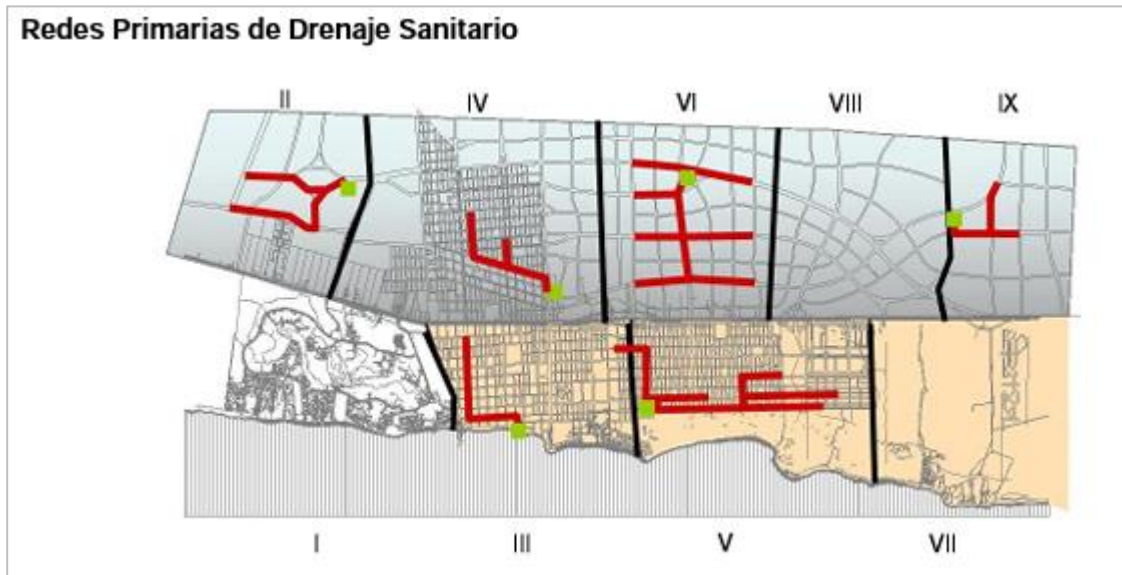


Figura 56. Se muestran las redes de drenaje sanitario en Playa del Carmen.

La infraestructura del Sector I, no se muestra, porque es operada por el complejo turístico Playa Car de manera independiente.

El sistema opera con 7 cárcamos, 6 envían su gasto a mediante rebombeo entre ellos hasta la planta “Sas-Tun-Ha” y 1 envía su gasto a la planta “Gonzalo Guerrero”.

### **Plantas de tratamiento**

En el año de 1992 se construye la primera Planta de Tratamiento “Gonzalo Guerrero” para dar servicio a la zona centro de la Ciudad de Playa del Carmen y algunas colonias y hoteles de la zona costera.

Actualmente Playa del Carmen tiene 5 plantas de tratamiento, de las cuales 2 son operadas por el organismo municipal y tres por desarrolladores: Playacar, Balam Tun y Lol Ka Tun.

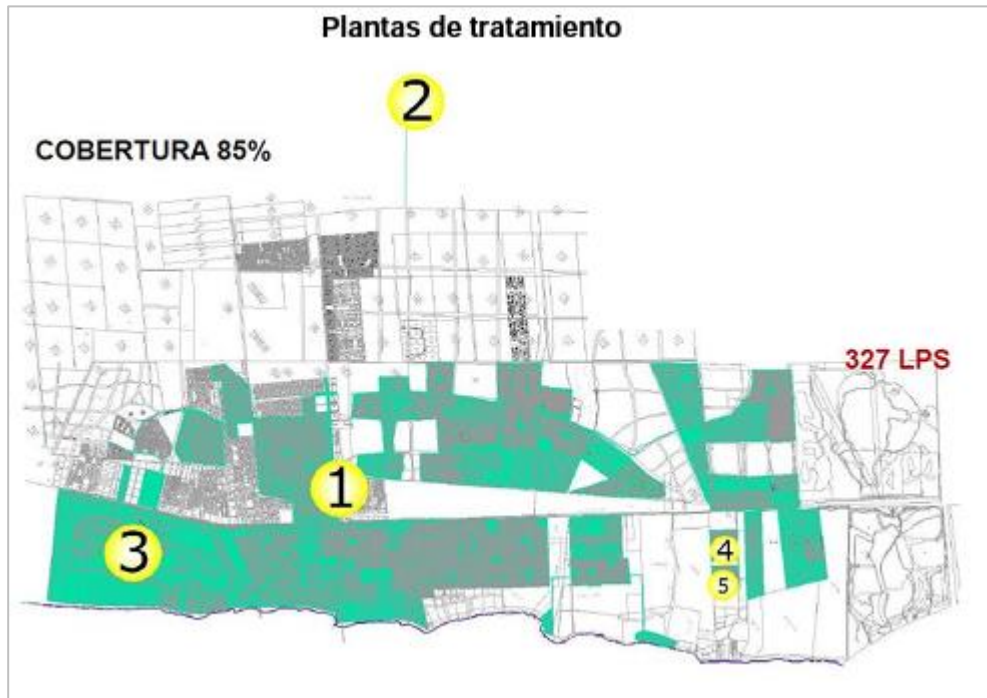


Figura 57. Se muestran plantas de tratamiento con las que cuenta el municipio de Solidaridad.

## **Electricidad**

La ciudad se abastece de electricidad a través de la sub-estación ubicada en la carretera Cancún-Tulum, entre las avenidas Constituyentes y Juárez. El tendido es aéreo con postes de concreto armado.

La cobertura de este servicio es de casi 95 %, tal como se muestra en la figura siguiente. En el momento actual la CFE está extendiendo su red de servicios a la zona poniente de la ciudad.



Figura 58. Se muestra la cobertura actual de electrificación.

## **Vialidades**

Playa del Carmen esta comunicada a través de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, dividiendo la ciudad en dos partes, una al oriente y otra al poniente.

La traza urbana es reticular en sentido norte-sur y este-oeste, las vialidades importantes de oriente a poniente son: la Avenida Juárez, la Avenida Constituyentes, la calle 38 norte, la calle 46 norte y la calle 72 norte o Avenida Luis Donald Colosio; todas estas avenidas continúan su trayecto a la zona poniente pasando la carretera federal 307, que junto con la avenida 30 constituyen las principales avenidas de norte a sur.

La carretera 307 funciona en la actualidad como una vialidad interna de la ciudad, lo cual genera un problema importante debido al incremento del tráfico vehicular que produce el hecho de utilizar la carretera como una vialidad urbana. En la reserva poniente están en construcción algunas avenidas que contribuirán a disminuir el tráfico urbano sobre la carretera.

Un problema que se ha presentado sobre las vialidades son los vendedores ambulantes; este tipo de negocio se ha convertido en un gran problema para la ciudad, principalmente en el casco antiguo. Las autoridades municipales han tenido que tomar medidas para organizarlos; no obstante, existen tres tipos de giros comerciales que no cuentan con las condiciones necesarias para desarrollar correctamente sus actividades, pero que mantienen con cierta vida a esta zona central de Playa del Carmen; estos son: los vendedores de tacos ubicados en un costado del parque localizado en la avenida Juárez, los fruteros en la parte frente al mar y los artesanos distribuidos en ambos lados del parque.

## **Transporte**

El servicio de transporte público en el centro de población se ofrece en forma mayoritaria por dos concesionarios de este servicio: Transportes Urbanos del Carmen y el Sindicato de taxistas "Lázaro Cárdenas del Rio". Es importante destacar que en la actualidad los concesionarios de las rutas de transporte no cubren la totalidad de la superficie de la mancha urbana, por lo que una parte considerable de la población no cuenta con ese servicio, sobre todo en los nuevos asentamientos humanos.

En un análisis reciente de las condiciones actuales de este servicio público, realizado por las autoridades municipales, se concluyeron los siguientes resultados: Sobre las rutas de transporte urbano de pasajeros concesionadas al Sindicato de taxistas "Lázaro Cárdenas del Rio"

Se detectaron un total de 23 rutas

- 13 de 23 rutas utilizan la Av. Juárez durante su recorrido, con un total de 43 unidades.
- 22 de 23 rutas en existencia transitan por la Av. 30, con un total de 75 unidades.
- de estas rutas circulan en ambos sentidos durante su recorrido sobre las Av. Juárez y Av. 30.

- Todas las rutas tienen un circuito continuo.

Sobre las rutas operadas por el concesionario Transportes Urbanos del Carmen S.A. de C.V. (TUCSA)

Se detectaron un total de 19 rutas.

- 7 de las 19 rutas utilizan en su recorrido la Av. Juárez con un total de 15 unidades.
- 15 de 19 rutas recorren la Av. 30 con un total de 65 autobuses.
- 4 de estas rutas circulan durante su recorrido en ambas arterias de la Av. Juárez, así como por la Av. 30 durante su recorrido.
- 13 rutas tienen un circuito continuo.
- 6 de ellas toman como inicio de ruta el paradero del centro haciendo turno y esperando para salir de nuevo



Figura 59. Se muestra el sistema de transporte.

### 10.3 ECONOMÍA.

En el estado de Quintana Roo el sector terciario representa el 87.48% de la aportación al PIB estatal, esto se debe al sector turismo que ha provocado que la aportación del PIB se concentre en el servicio de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, con 21.53% en aportación al estado. En conjunto con servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles y comercio, concentra más del 50% del PIB.

De acuerdo al Barómetro de la Organización Mundial del Turismo, el país se posicionó en el noveno lugar por la llegada de turistas internacionales en 2015, al recibir 32.1 millones de turistas, cifra que detona todo el sector terciario. El ITAEE muestra que Quintana Roo tuvo, una variación porcentual anual del primer trimestre del 2016 en cifras desestacionalizadas iguales a su trimestre anterior, y mostró un crecimiento del 3.1% respecto al mismo trimestre de 2015, con una proyección positiva en el cierre del año en el sector de los servicios.

Los servicios de alimentos, alojamiento, transporte y comercio son actividades fundamentales para el turismo en el estado, el cual representa la principal actividad generadora de empleos, siendo importante mencionar que sin su impulso y crecimiento, Quintana Roo tendría una situación económica adversa, debido a que se ha dado primacía al sector de servicios por encima de las actividades primarias y secundarias, mismas que no cuentan con elementos claves para propiciar un equilibrio en el mercado, al contar con la capacidad de equiparar los ingresos que emanan del sector terciario.

En la economía mundial el turismo es una de las actividades con mayor crecimiento acelerado, por lo tanto, planear el desarrollo turístico propicia el crecimiento de una región, directa o indirectamente; no obstante, el problema de la dependencia del turismo es que si ocurriese una catástrofe financiera o medioambiental toda la región se vería afectada

La economía de Playa del Carmen, antaño basada en la pesca, gira hoy día en torno al turismo. La construcción y el sector servicios son el motor de esta localidad que en los últimos años ha doblado su población, superando a día de hoy los 100,000 habitantes.

El turismo es la principal fuente de ingresos de esta localidad, en la que proliferan hoteles, resorts donde es fácil encontrar el “todo incluido”, bares, tiendas, restaurantes, discotecas, etc...

Playa del Carmen es uno de los sitios más visitados de la Riviera Maya y, en general, del sureste mexicano. De modo que el turismo es la actividad económica más importante de la localidad, haciendo al resto de la economía depender directa o indirectamente de esta actividad. La ciudad es un destino turístico y también una conexión a otros atractivos principalmente relacionados con el ecoturismo, el turismo de aventura y playas, entre los que se encuentran:

- Xcaret, parque eco-arqueológico 6 km al sur de Playa del Carmen.
- Xplor, parque natural de aventura ubicado a 6 km al sur de Playa del Carmen a un lado de Xcaret.
- Cozumel, isla ubicada al frente de Playa del Carmen, a 45 minutos de viaje en ferry.
- Tulum, zona arqueológica maya ubicada en la costa 64 km al sur de Playa del Carmen.
- Xel-Ha, parque ecológico.
- Sian Ka'an, Biosfera protegida por SEMARNAT y Patrimonio de la Humanidad por UNESCO

# **CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## 1. INTRODUCCIÓN

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

## 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca; en este capítulo, corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del mismo, considerando los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del predio que está incluido dentro del Sistema Ambiental del proyecto (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

### 2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **MUELLE MVNGATA**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes

ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Preparación del sitio	1. Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de Biota marina.
	3. Instalación de obras provisionales
Construcción	4. Presencia de personal.
	5. Hincado de pilotes con bomba de presión
	6. Construcción (ensamblado) del muelle
Operación y Mantenimiento	7. Operación del muelle.
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Afectaciones a los ambientes marinos
- Afectación a organismos bentónicos (fauna).
- Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
- Contaminación por hidrocarburos durante el atracado de embarcaciones.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus



componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Medio abiótico	Aire
	Suelo
	Agua
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Medio abiótico	Fondo marino
	Agua de mar
Medio biótico	Biota marina
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y tránsito
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Contaminación	Emisiones	CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
		Auditiva	dB
Suelo	Contaminación	Acidificación	pH
	Erosión	Pérdida de suelo	cm/año
Agua	Contaminación	Cambios en la calidad del agua.	DBO, DQO, coliformes fecales, sólidos totales, etc.
Fondo marino	Modificación	Topografía del fondo marino	Topobatimetría
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua.	Dispersión de sedimentos	Sólidos totales
	Modificación de las corrientes	Cambios en las corrientes marinas	Estudios hidrográficos
Biota marina	Abundancia	Pérdida de individuos	No. de ejemplares
	Generación de hábitats	Ejemplares que utilicen el muelle como hábitat	No. de ejemplares y cobertura
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Volumen de generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos..	Kg de residuos generados
	Residuos Peligrosos		Kg de residuos generados
Transporte y tránsito	Flujo de tráfico y tránsito de personas	Aumento	No. de vehículos/hora
Salud humana	Exposición a personas	Eventos meteorológicos y riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación	No. de empleos
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
<b><i>Ecosistemas terrestres</i></b>		
Medio abiótico	Aire	Los impactos considerados sobre este factor, están relacionados con la contaminación del aire por el uso de la maquinaria; también se contempla dentro de este rubro el impacto producido por el aumento de ruido por diferentes fuentes de emisión. En la operación tanto las emisiones a la atmosfera como el ruido, desaparecerán.
	Suelo	<p>En cuanto al factor suelo, se considera el impacto de las actividades que realizará el proyecto sobre el suelo, considerando su calidad en cuanto a características fisicoquímicas directamente relacionadas con contaminación y erosión de dicho recurso, así como los cambios por actividades de compactación.</p> <p>Durante las distintas etapas del proyecto existe la posibilidad de que se contamine el suelo y el suelo por manejo inadecuado de los residuos, así como de sustancias riesgosas, por lo que es de vital importancia la evaluación de los posibles impactos que pueda generar el proyecto en este rubro.</p> <p>La zona terrestre donde se dará inicio al arranque de muelle, corresponde a una playa con sustrato arenoso y con rocas expuestas, producto de los procesos erosivos que se han dado en la zona tras el paso de los distintos eventos meteorológicos y las condiciones geográficas de la zona, así como el desarrollo de proyectos de recuperación o protección de playa.</p> <p>La parte terrestre donde se pretende colocar el arranque se muelle, ha estado sujeta a procesos erosivos principalmente por fenómenos hidrometeorológicos desde hace mucho tiempo. Esta condición ha generado la pérdida de la duna costera, hasta llegar a exponer la roca.</p> <p>Desde una perspectiva simple, la zona se observa como un litoral con arena y rocas expuestas producto presumiblemente de los procesos erosivos que han acontecido en la zona.</p>
	Agua	De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto converge una unidad geohidrológica, cuyas características físicas se describen a continuación:

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.</p> <p>Este impacto se ha considerado por la demanda de agua cruda que se necesite para abastecer las necesidades del proyecto como las del personal que labore en el.</p> <p>De igual forma, se considera por la posible afectación a la calidad del agua por contaminación debido a la mala disposición de residuos o derrame de sustancias peligrosas que puedan llegar al manto freático a través del subsuelo.</p>
<b>Ecosistemas marinos</b>		
Medio abiótico	Fondo marino	<p>Los impactos generados a este factor, se han determinado por la posible afectación a los ambientes marinos y la biota marina presentes en el SA y área de influencia directa del proyecto.</p> <p>De acuerdo a la caracterización del área de influencia directa del proyecto. Se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>Por otro lado, el área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros <i>Halimeda</i> y <i>Rhipocephalus</i>. A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces.</p> <p>Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, no registro especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	<p>Agua de mar</p>	<p>especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>Para este factor, se han considerado impactos como la alteración a la calidad del agua y los cambios en las corrientes.</p> <p>El área de desplante del proyecto se encuentra frente a un Club de playa, por lo que la afluencia de personas es considerable, lo que genera una constante presión por la generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y que, de no disponerse de manera adecuada, llegarían de forma inmediata al mar, generando contaminación del agua y afectaciones a la biota marina.</p> <p>La corriente principal se dirige al noreste, y existen remolinos al acercarse a la orilla, que dan la vuelta y finalmente regresan a la corriente principal para continuar su camino. En general las corrientes son de mediana intensidad, con tendencia a ser más fuertes al alejarnos de la línea de costa, en la orilla se observa corriente longitudinal a la costa. Este mismo plano realizado en diciembre del 2007 y se actualizó para abril del 2017 en condiciones de norte, en donde se muestra la misma dirección de las corrientes, pero de menor magnitud.</p> <p>Además de las mediciones de corrientes, en 2017 se colocó un perfilador acústico para la medición de corrientes puntuales de donde se extrae la siguiente información. Después de extraer los datos del equipo Doppler para conocer el comportamiento de las corrientes se encontró que las corrientes en las componentes "UV" la dirección dominante es hacia el Noreste la mayor parte del tiempo, siendo en mareas vivas donde obtenemos las velocidades entre los 0.3 m/s a los 0.5 m/s.</p>
<p>Medio biótico</p>	<p>Biota marina</p>	<p>Este factor resulta de importancia pues los principales impactos que podría generar el proyecto, son la afectación a los organismos bentónicos, la pérdida de ejemplares y la afectación a las colonias coralinas, así como a especies en algún estado de conservación.</p> <p>A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos.</p> <p>Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, no registro especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>No obstante, para reafirmar el listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 reportadas para el SA, se hizo un recorrido visual en la zona de la rompiente arrecifal reportada dentro del SA, ubicada a 1,860 m de la zona de desplante del proyecto y fuera de la zona de influencia directa, lo anterior, con la finalidad de reconocer especies dentro de alguna categoría de protección dentro del SA con posible afectación por desarrollo del proyecto. Como resultado de este recorrido, se registró la presencia de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>; y dos gorgonaceos de las especies <i>Plexaura homomalla</i> y <i>Plexaura dichotoma</i>, esto en la rompiente arrecifal y la zona de laja con macroalgas aledaña a la rompiente.</p> <p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>
Medio socioeconómico	Residuos	En este rubro, se considera un impacto por el Volumen de generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Como en cualquier actividad, la generación de residuos es inevitable, la importancia es el volumen que se genere y el manejo adecuado de los mismos.
	Transporte y tránsito	La zona de desplante del proyecto se encuentra frente a un club de playa en el centro de población de Playa del Carmen, por lo que la afluencia de personas tanto en la playa como en los sitios aledaños, es concurrente, al mismo tiempo, el flujo de embarcaciones en la zona es habitual, dadas las actividades turísticas que se dan en la zona, por lo que el impacto generado a este factor, solo considera el aumento al flujo del tráfico de la zona durante la etapa de preparación y construcción del proyecto, posteriormente, el flujo de tráfico tanto de vehículos como de personas, será el que se mantiene a la fecha..
	Salud humana	En este factor se evalúan los posibles impactos que se puedan generar a la salud de los trabajadores por la realización de las obras o bien de la población local a causa del desarrollo del proyecto.
	Economía	En este rubro se evalúa la derrama económica que el proyecto pueda generar, desde todos los ámbitos, tanto la generación de empleos y el aumento de los servicios comerciales a la zona donde se desplantará el proyecto, pues la zona no resulta tan atractiva para los turistas porque la playa presenta rocas expuestas que dificultan a los visitantes disfrutar de la misma.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		<p>El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones.</p> <p>Con este proyecto, se espera una mayor derrama económica en la zona y los sitios aledaños.</p>
	Paisaje	<p>Aquí se evalúan los impactos que el desarrollo del proyecto puede generar en una escala paisajística.</p> <p>El área donde se pretende llevar a cabo el proyecto propuesto, se ubica en el área marina y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la localidad de Playa del Carmen. Para lo cual, se definió un área de 908,574.36 m<sup>2</sup> (90.86 Ha), la cual presenta un estado de conservación medio, debido a los impactos de los procesos erosivos que han impactado los ecosistemas terrestres y marinos y a la presión de origen antropogénico, principalmente por las actividades turísticas, aunque se estén implementando proyectos para su recuperación en el caso de la zona marina.</p> <p>El proyecto se sumaría a los muelles existentes en la zona.</p>

A continuación, a modo de referencia y para tener una visión más amplia de los posibles impactos a generar con la realización del proyecto, se presentan imágenes de las condiciones del Sistema Ambiental y la zona de influencia directa:

### Zona terrestre

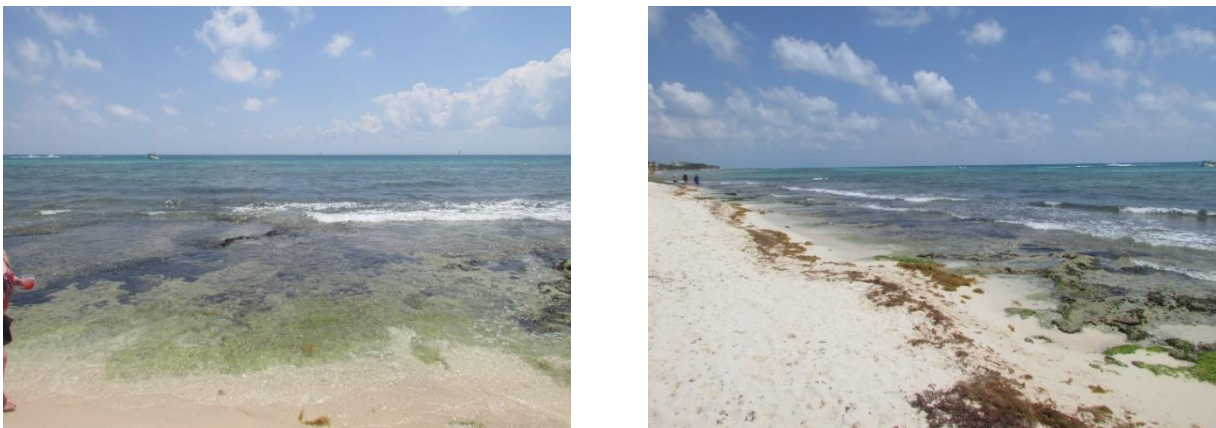


Figura 1. Se muestra el área del arranque se muelle.



Figura 2. Se muestra el área de playa donde se ubicará el proyecto.

### Fondo marino



Figura 3. Imagen de diferentes secciones del área de laja con macroalgas con pocas rocas expuestas.

### Unidad del paisaje.

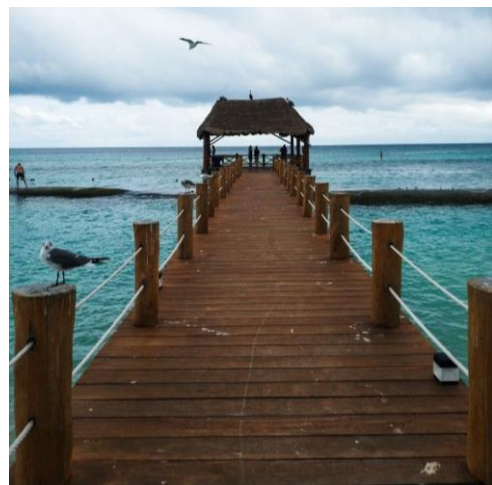


Figura 4. Se muestran algunos de los muelles que se encuentran dentro del SA y muy cercanos a la zona de desplante del proyecto.

Ahora bien, tomando como base los indicadores que se definieron, antes se determinaron los



siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
<b>Ecosistemas terrestres</b>	
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual
<b>Ecosistemas marinos</b>	
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua por dispersión de sedimentos
	Modificación de la corriente litoral marina
Biota marina	Pérdida de organismos marinos
<b>Medio socioeconómico</b>	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Manejo Especial (ME) y Residuos peligrosos (RP).
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud
Economía	Generación de Empleos
	Derrama económica por la afluencia de turistas
Paisaje	Modificación del paisaje

### 3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

#### 3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

##### Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

##### Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia.

La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{5 Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

$I_{\min}$  = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

$I$  = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{\max}$  = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	<b>Indirecto:</b> el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	<b>Directo:</b> el impacto ocurre de manera directa.
<b>Acumulación (A)</b>	<b>Simple:</b> cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	<b>Acumulativo:</b> cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinergia (S)</b>	<b>No Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental	No aplica	<b>Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma

Atributos	Escala		
	1	2	3
	mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.		de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	<b>Corto:</b> cuando el efecto dura menos de 1 mes.	<b>Mediano:</b> el efecto dura más de 1 mes y menos de 1 año.	<b>Largo:</b> la actividad dura más de 1 año.
<b>Reversibilidad del impacto (R)</b>	<b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	<b>A mediano plazo:</b> el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	<b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	<b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	<b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
<b>Permanencia (Pm)</b>	<b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	<b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.
<b>Recuperabilidad (Ri)</b>	<b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	<b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de

incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
<b>Significativo (S)</b>	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
<b>No significativo (NS)</b>	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
<b>Despreciables (D)</b>	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

#### Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

#### 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

##### 4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

###### Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 50 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 44 son adversas y 6 son benéficas (Cuadro 10).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Actividades de rescate de biota marina	Instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Hincado de pilotes	Construcción del muelle	Operación del muelle	Mantenimiento	
Aire					A	A	A	A	4
Suelo	A			A					2
Agua	A			A					2
Fondo marino					A		A	A	3
Agua	A			A	A	A	A	A	6
Biota marina	A	B		A	A		B	A	6
Residuos	A		A	A		A	A	A	6
Transporte y transito	A	A	A	A	A	A		A	7
Salud humana	A			A	A	A	A	A	6
Economía	B			B			B	B	4
Paisaje			A		A	A		A	4
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>50</b>

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

FACTORES	IMPACTOS	ETAPAS								TOTAL	
		PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		Positivos	Negativos
		Presencia de personal	Actividades de rescate de biota marina	Instalación de obras provisionales.	Presencia de personal	Hincado de pilotes	Construcción del muelle	Operación del muelle	Mantenimiento		
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.					1	1		1	0	3
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1			1		1		1	0	4
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1			1		1		1	0	4
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos					1	1		1	0	3
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1			1	1	1		1	0	5
	Modificación de la corriente litoral						1	1		0	2
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	1	1		1	1	1	1	1	2	5
	Generación de hábitats							1	1	1	1
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	1		1	1		1		1	0	5
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1			1				1	0	3
Economía	Generación de Empleos		1	1		1	1		1	5	0
	Derrama económica por la afluencia de turistas							1	1	2	0
Paisaje	Modificación del paisaje	1		1	1		1		1	0	5
<b>Total de impactos por etapa</b>		<b>15</b>			<b>25</b>			<b>18</b>		<b>58</b>	

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 58 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 48 son adversos y 10 benéficos. A continuación, se describe en que consiste el proyecto y se describirán los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espolo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

También se menciona, que el muelle no contara con instalaciones de energía eléctrica o instalaciones hidráulicas, pero sin contar con las señalizaciones correspondientes que indica la capitanía de puerto para el uso y operación de muelles.

Respecto de la superficie de aprovechamiento que se requiere para la construcción del muelle, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparan una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

La pasalera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

### **Impactos durante la etapa de preparación del sitio.**

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 15 impactos de los cuales, 12 resultaron negativos y 3 positivos, estos últimos refieren a las actividades de rescate de la biota marina, la generación de empleo tanto para trabajar en el proyecto como para realizar las actividades de rescate.

Los impactos que negativos pudieran generarse en esta etapa están relacionados principalmente por la afectación a los ambientes marinos, y a la biota marina, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, corales, moluscos, y esponjas que llegarán a encontrar dentro del área de desplante del proyecto al momento de comenzar las actividades. En la zona terrestre donde va el arranque de muelle no se tiene el registro de organismos de flora y fauna que puedan ser afectados.

En caso de ser necesario realizar actividades de rescate de organismos bentónicos, estas se realizarán conforme a las acciones propuestas en el Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P. Es importante mencionar que en la zona de construcción del muelle no existen pastizales o algas, u otro tipo de vegetación que pudieran verse afectados, por lo que no se prevén acciones para el rescate de vegetación marina.

Otros impactos adversos pero de carácter temporal, consisten en la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores que participen en el proceso constructivo del muelle. No obstante, para evitar la afectación y contaminación del área, se aplicarán las acciones propuestas en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P.

### **Impactos durante la etapa de construcción**

En esta etapa se contabilizaron 22 interacciones de impactos, de los cuales 20 son considerados como negativos y 2 impactos como positivos. Con relación a los impactos negativos que se identificaron en la etapa de preparación de sitio, en esta etapa de construcción, son mayores, debido a que es la etapa donde se realizar más actividades y se materializa el proyecto.

Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados principalmente por el hincado de los pilotes, el cual se realizará utilizando una bomba a presión. Esta actividad dará origen a la dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades coralinas y bentónicas presentes en la zona de influencia del proyecto. Adicionalmente, durante el armado del muelle, se generaran residuos sólidos tales como restos de madera, alambres y clavos; así como también se generaran residuos de alimentos, PET, Aluminio, entre otros, por la presencia de personal que pudieran caerse en la plataforma del muelle ya conformada pero también en el agua y depositarse en el fondo marino.

Considerando que durante el proceso constructivo del muelle se realizará el manejo de combustible para la operación de la motosierra y la planta generadora de energía, se prevé la generación de residuos peligrosos, tales como estopas impregnadas de hidrocarburos.

En las actividades de construcción del muelle, se anticipa la generación y emisión de partículas contaminantes por la combustión de motosierras y por la planta generadora



de electricidad, así como la generación de ruido. No obstante, el proyecto al estar en un área abierta, las emisiones y el ruido generado se disiparán fácilmente.

En cuanto al impacto benéfico que el proyecto tendrá, será sobre la economía de la localidad por la generación de empleos.

### **Impactos en la etapa de operación del proyecto**

En esta etapa se determinaron 18 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 5 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con el manejo inadecuado de los residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento del muelle.

De la misma forma, se considera que durante esta etapa se podría afectar el fondo marino durante las actividades de mantenimiento. Asimismo, en esta etapa se remplazarán aquellas partes de madera que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse, lo cual podría generar la dispersión de sedimentos.

De la misma forma, se considera un impacto relacionado con la modificación de las corrientes por la presencia del muelle. También las personas estarán expuestas a riesgos de trabajo y condiciones a la salud.

Los impactos benéficos que se darán en la etapa de operación, están relacionados con la generación de un nuevo hábitat para los organismos bentónicos y organismos arrecifales que colonicen los pilotes, así como la generación de empleos en las actividades de mantenimiento y la derrama económica de turistas que visiten la zona, pues el muelle tiene como objetivo proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

FACTORES	IMPACTOS	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	3	1	1	2	2	1	1	1	12	0.25	D
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	3	3	3	3	1	1	1	16	0.50	NS
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	3	3	3	3	1	1	1	16	0.50	NS
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos	N	3	3	1	2	3	1	3	3	19	0.69	S
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	3	1	3	2	1	1	1	1	13	0.31	D
	Modificación de la corriente litoral	N	3	1	1	3	3	1	1	1	14	0.38	NS
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	N	1	1	3	2	2	1	3	3	16	0.50	NS
	Generación de hábitats	P	1	3	3	3	-	1	3	-	14	0.38	NS
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	N	3	3	1	3	3	3	1	1	18	0.63	NS
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	1	3	1	3	3	1	1	1	14	0.38	NS
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	3	1	1	2	2	3	3	1	16	0.50	NS
Economía	Generación de Empleos	P	1	3	1	3	-	1	1	-	10	0.13	D
	Derrama económica por la afluencia de turistas	P	3	3	1	3	-	1	1	-	12	0.25	D
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

(-) Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

FACTORES	IMPACTOS	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	0.25	D
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	0.50	NS
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	0.50	NS
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos	N	0.69	S
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	0.31	D
	Modificación de la corriente litoral	N	0.38	NS
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	N	0.50	NS
	Generación de hábitats	P	0.38	NS
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	N	0.63	NS
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	0.38	NS
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	0.50	NS
Economía	Generación de Empleos	P	0.13	D
	Derrama económica por la afluencia de turistas	P	0.25	D
Paisaje	Modificación del paisaje	N	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D).

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
<b>Significativo (S)</b>	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
<b>No significativo (NS)</b>	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
<b>Despreciables (D)</b>	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 14 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del "MUELLE MVNGATA".

De los 14 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 11 son negativos y 3 son positivos.

A continuación, se describen los impactos de acuerdo a los atributos utilizados para su valoración

- **Consecuencia**

En cuanto al efecto, de la totalidad de impactos negativos y positivos, 8 impactos se calificaron como directos y 6 como indirectos, es decir, que el 57.14 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 42.85 % tienen efectos secundarios y terciarios.

Los impactos directos están relacionados con:

IMPACTOS	Consecuencia (C)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos son:

IMPACTOS	Consecuencia (C)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Pérdida de organismos bentónicos	1
Generación de hábitats	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1

- **Acumulativos.**

De la totalidad de los impactos, 9 (64.28 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en el ambiente, incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.

Los impactos que se consideraron como acumulativos se enlistan en el siguiente cuadro:

IMPACTOS	Acumulación (A)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Generación de hábitats	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Generación de Empleos	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Se consideraron 5 impactos como simples, estos representan el 35.71% del total de posibles impactos a generar, dado que se consideró que este se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos. Estos impactos corresponden a:

IMPACTOS	Acumulación (A)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Pérdida de organismos bentónicos	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1

- **Sinergia.**

En lo que se refiere a la sinergia, 5 (35.71%) porque se consideró que estos se producen cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.

Los Impactos sinérgicos son:

IMPACTOS	Sinergia (S)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Generación de hábitats	3

Los que se clasificaron como no sinérgicos fueron, es decir, el 64.28% y se considera que el efecto de estos impactos no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Los Impactos no sinérgicos están relacionados con:

IMPACTOS	Sinergia (S)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Afectación a los ambientes marinos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1
Modificación del paisaje	1

- **Momento, periodicidad y permanencia**

En cuanto al momento o tiempo, el 64.28% (9) de los impactos se realizarán en un largo plazo; el resto, es decir 5 (35.72%) se consideró a mediano plazo, pues su efecto durara solo en la etapa de preparación y construcción de proyecto.

Los Impactos considerados a largo plazo son:

IMPACTOS	Momento o tiempo (T)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de hábitats	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Generación de Empleos	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Los Impactos a mediano plazo se consideran:

IMPACTOS	Momento o tiempo (T)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	2
Afectación a los ambientes marinos	2
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	2
Pérdida de organismos bentónicos	2
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	2

- **Reversibilidad del impacto**

El 50%, es decir 7 de los impactos negativos se evaluaron como reversibles en un periodo prolongado, considerando que el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.

Mientras que, 3 de los impactos, que representan el 21.42%, se consideran como reversibles a corto plazo debido a que se consideró que la tensión puede ser revertida

por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.

Solo un impacto 1 (7.14%) se consideró reversible a mediano plazo, pues se infiere que el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años, esto debido a las características y obras que propone el proyecto.

Es importante mencionar que los 3 impactos restantes, son impactos positivos y de acuerdo a la metodología empleada, estos no se consideran en la evaluación de este atributo.

Los impactos **irreversibles o reversibles a largo plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Modificación del paisaje	3

Los impactos **reversibles a mediano plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	2
Pérdida de organismos bentónicos	2
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	2

Los impactos **reversibles a corto plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1

- **Periodicidad**

En cuanto a la periodicidad, del total de impactos, 12 (85.71%) se han considerado con aparición irregular, es decir, cuando el efecto ocurre de manera ocasional.

Los **Impactos ocasionales** son:

IMPACTOS	Periodicidad (Pi)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Afectación a los ambientes marinos	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1

Pérdida de organismos bentónicos	1
Generación de hábitats	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1
Modificación del paisaje	1

Los restantes 2 impactos, es decir el 14.28% de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con:

IMPACTOS	Periodicidad (Pi)
Generación de RSU, ME y RP	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3

- **Permanencia**

Para el caso de la permanencia, 9 (64.28%) impactos se consideraron temporales, ya que el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo, mientras que los 5 impactos restantes (35.72%) se consideraron permanentes debido a que el efecto se mantiene al paso del tiempo.

Los impactos **temporales** están relacionados con:

IMPACTOS	Permanencia (Pm)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1

Los impactos **permanentes** están relacionados con:

IMPACTOS	Permanencia (Pm)
Afectación a los ambientes marinos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Generación de hábitats	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3
Modificación del paisaje	3

- **Recuperabilidad.**

El 57.14% de los impactos, es decir 8 de ellos se consideraron recuperables, ya que se infiere que el componente afectado podría volver a contar con sus características. Por



otro lado, el 42.86% o 6 de ellos se consideraron irrecuperables ya que al provocarse se tendría un efecto residual.

Es importante mencionar que, de acuerdo a la metodología empleada, para este atributo no se consideran los impactos positivos.

Los Impactos considerados **recuperables** son:

IMPACTOS	Recuperabilidad (Ri)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1

Los impactos **irrecuperables** están relacionados con:

IMPACTOS	Recuperabilidad (Ri)
Afectación a los ambientes marinos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Modificación del paisaje	3

- **Índice de incidencia y significancia.**

Ahora bien, con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos, 11 fueron impactos negativos; de estos, 2 fueron significativos, 8 fueron no significativos y 4 despreciables. Los impactos positivos fueron 3 y de estos 2 se calificaron como despreciables y 1 como no significativo.

Los impactos negativos **Significativos** fueron:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Afectación a los ambientes marinos	N	S
Modificación del paisaje	N	S

Los impactos negativos **No significativos** corresponden a:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	NS
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	NS
Modificación de la corriente litoral	N	NS
Pérdida de organismos bentónicos	N	NS
Generación de hábitats	P	NS
Generación de RSU, ME y RP	N	NS
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	NS

Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	NS
---	---	----

Los impactos negativos **Despreciables** fueron:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	D
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	D
Generación de Empleos	P	D
Derrama económica por la afluencia de turistas	P	D

En el caso de los **impactos positivos**, son los siguientes.

IMPACTOS	Signo	Significancia
Generación de hábitats	P	NS
Generación de Empleos	P	D
Derrama económica por la afluencia de turistas	P	D

#### **4.2.1 Impactos residuales**

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos.

La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

IMPACTOS	Signo	Recuperabilidad (Ri)	
		Recuperable	Irrecuperable
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	1	
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	
Afectación a los ambientes marinos	N		3
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	1	
Modificación de la corriente litoral	N	1	
Pérdida de organismos bentónicos	N		3
Generación de RSU, ME y RP	N	1	

Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	1	
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	1	
Modificación del paisaje	N		3

Del total de impactos residuales identificados en el cuadro anterior, 11 se consideraron recuperables y 3 irrecuperables, por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

Los impactos residuales que se han considerado como residuales están relacionados con la Afectación al fondo marino, ya que se modificará el fondo marino donde sean hincados los pilotes. De la misma forma, el impacto de la modificación del paisaje será permanente.

El impacto recuperable está relacionado con la afectación a organismos de biota marina, ya que se considera el rescate y reubicación de los organismos que sean registrados en el sitio de desplante del muelle.

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

##### ➤ Aire

Solo se consideró un impacto para este factor, que está relacionado con la contaminación por emisiones a la atmósfera y por la generación de ruido, el cual se calificó como despreciable.

Durante la construcción del muelle se prevé el uso de motosierras para el corte de la madera y una planta para la generación de energía. Tanto la motosierra como la planta utilizan gasolina como combustible, por lo que se prevé que generen emisiones a la atmósfera.

Adicionalmente, durante el proceso constructivo se prevé la generación de ruido por el uso de las mismas y durante el armado del muelle.

De manera general, las emisiones a la atmósfera de gases o ruido serán mínimas, por lo que no representan una afectación significativa, debido a la naturaleza de la obra, ya que solo se trata de un muelle y se implementarán las medidas para que su operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable. Es importante reiterar que en el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos, comercios, hoteles, marinas y muelles, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.

##### ➤ Suelo

Se determinó un impacto para este factor y está relacionado con la contaminación del suelo por la disposición inadecuada de los residuos.

El impacto relativo a la contaminación por la disposición inadecuada de residuos se consideró como no significativo, ya que aunque se corre el riesgo de que ocurra este evento durante la construcción del proyecto, se aplicarán medidas que minimizarán las probabilidades de que esto suceda. Este impacto podría ocurrir si no se toman las medidas necesarias para evitar derrames al suelo durante el suministro de gasolina de las motosierras o la planta de energía, o por una disposición inadecuada de residuos derivados del consumo de alimentos del personal en el predio.

Para el suministro de combustible, se habilitará en el lote 8 colindante con el muelle, un espacio con piso firme de concreto para realizar ahí la recarga de combustible a los equipos, el cual contará con un sardinel perimetral para evitar derrames al suelo. El manejo de residuos sólidos urbanos, líquidos, de manejo especial y los peligrosos que pudieran generarse se realizará de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto.

Se considera que, con la colocación del arranque del muelle, no se provocará mayor erosión a la existente, ya que se desplantará sobre roca expuesta, lo que disminuirá su impacto sobre el suelo.

Respecto de la superficie de aprovechamiento que se requiere para la construcción del muelle, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparan una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

La pasalera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

#### ➤ Agua

Se determinó un impacto relacionado con la contaminación del agua por la disposición inadecuada de residuos y agua residual. Este impacto se consideró como no significativo ya que aunque se corre el riesgo de que ocurra este evento durante la construcción del proyecto, se aplicarán medidas que minimizarán las probabilidades de que esto suceda. Este impacto podría ocurrir si no se toman las medidas necesarias para evitar derrames al suelo durante el suministro de gasolina de las motosierras, o por la disposición inadecuada de residuos derivados del consumo de alimentos del personal en el predio.

Para el suministro de combustible, se habilitará un espacio con piso firme de concreto para realizar ahí la recarga de combustible a los equipos, el cual contará con un sardinel perimetral para evitar derrames al suelo.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se contará con un baño portátil por cada 25 trabajadores, que recibirá mantenimiento constante por parte de la empresa arrendadora, misma que se encargará de la disposición final de las aguas residuales, por lo que no se prevén afectaciones por derrames de aguas residuales.

El manejo de residuos sólidos urbanos, líquidos, de manejo especial, y los peligrosos que pudieran generarse se realizará de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto.

➤ Fondo marino

Se determinó un impacto relacionado con Afectaciones al ambiente marino derivado de las actividades de construcción del muelle durante el proceso de hincado de los pilotes.

El muelle solo se desplantará en un fondo marino con presencia de laja con macroalgas, que es una zona poco profunda, con rocas expuestas y presenta alta turbiedad por la acción del oleaje que provoca movimiento y suspensión del sedimento, así como acarreo de la vegetación que se desprende de otras zonas.

Durante las actividades de hincado de los pilotes es necesario utilizar una bomba de agua, que mediante un “chorro” a presión soplará el área donde será hincado el pilote, causando la modificación del fondo marino y la dispersión de sedimentos. Este impacto se consideró como significativo, sin embargo, solo ocurrirá en los sitios donde se desplanten los pilotes, que corresponde a una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, que es mínimo, en donde solo se registraron laja y macroalgas.

➤ Agua de mar.

Los impactos sobre este factor están relacionados con los cambios en la calidad del agua de mar por la dispersión de sedimentos durante el proceso de hincado de los pilotes y con la modificación de la corriente litoral.

El área donde se desplantará el proyecto, está muy cerca de un acceso público a la playa, por lo que la afluencia de personas es considerable, originando con ello la resuspensión de sedimentos por el nado y tránsito en la zona marina, así como la presencia de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos tanto en el borde del litoral como en la zona marina, lo que en general da un aspecto turbio del agua.

Durante las actividades de construcción del muelle, de manera particular en el hincado de los pilotes, se pueden suspender los sedimentos en la columna de agua y pueden viajar grandes distancias, afectando los ecosistemas marinos, sin embargo se contempla la instalación de mallas anti dispersión de sedimentos en el área de trabajo del proyecto, con el fin de contener y controlar la dispersión de finos y sedimentos en el cuerpo de agua. De la misma forma, la madera del muelle no contendrá tratamientos químicos que pudieran modificar la calidad del agua marina una vez que hayan sido hincados los pilotes.

Por otra parte, en cuanto al impacto relativo a la modificación de la corriente litoral se calificó como despreciable, dadas las características y dimensiones del proyecto, no se anticipan modificaciones a los procesos de transporte litoral ya que el área total que ocuparán los 58 pilotes es pequeña y el espacio entre ellos suficiente para permitir el paso de las corrientes marinas y los sedimentos que éstas pudieran acarrear en un momento dado. Asimismo, el arranque del muelle será piloteado en madera, lo cual permitirá el flujo del agua debajo de él y con ello la circulación natural de las corrientes y de los sedimentos que actualmente existe.

De la misma forma, no se anticipa que genere modificación alguna al perfil de costa o a los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, así como tampoco modificación del oleaje incidente en la misma.

Por otro lado, los residuos sólidos podrían ser dispersados por el viento hacia el mar o caer directamente a él por las actividades de maniobra, si no se realiza su manejo adecuado, pero se considera aplicar el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, para evitar que esto ocurra.

#### ➤ Biota marina

Para este factor se definió un impacto adverso significativo relativo a la pérdida de ejemplares de biota marina y uno benéfico no significativo relacionado con la generación de nuevos hábitats.

De acuerdo con la caracterización marina, el muelle se construirá sobre un área donde el fondo marino corresponde a laja con macroalgas. Las rocas se encuentran inmersas en una franja de arena suelta y fina, por lo que es muy poco estable y fácilmente se resuspende en la columna de agua. De acuerdo con lo anterior, en la zona donde se pretende construir el muelle no se registraron organismos que puedan verse afectados. Durante las actividades de hincado de los pilotes, se podrían provocar daños a los organismos bentónicos que están fijados al fondo marino, o bien, que se encuentren enterrados bajo la arena, sin embargo, se registraron escasos organismos bentónicos como moluscos y equinodermos, lo que reduce considerablemente la probabilidad de dañarlos durante el desarrollo de las actividades mencionadas. Además de que de manera previa a las actividades propuestas, se contempla realizar el rescate de moluscos, equinodermos y esponjas entre otros, que se encuentren dentro del área de maniobra, los cuales serán reubicados en un sitio dentro del área marina aledaña. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Por otra parte, se colocará una malla textil perimetral al área de aprovechamiento y su área de maniobra, para evitar la dispersión de sedimentos durante las obras de construcción del muelle.

Durante la etapa de operación del proyecto, El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de natación y relajación; ya que los primeros metros del mar,

presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espolero de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

También se menciona, que el muelle no contara con instalaciones de energía eléctrica o instalaciones hidráulicas, pero sin contar con las señalizaciones correspondientes que indica la capitanía de puerto para el uso y operación de muelles.

Existen otros muelles rústicos en operación, similares dentro del sistema ambiental, donde no se observan afectaciones en los ambientes marinos adyacentes a ellos. Se anticipa que el proyecto tampoco afecte a estas comunidades.

Los pilotes del muelle proveerán de una superficie firme e inerte, parecida a la roca, en donde pueden adherirse organismos bentónicos sésiles o de movimientos lentos, y proporcionarán sitios de refugio y alimentación a organismos como peces, moluscos y equinodermos, por lo que se generarán nuevos hábitats.

#### ➤ Residuos

En este factor se determinaron dos impactos adversos no significativos relacionados con la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y la generación de residuos peligrosos.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán de manera mínima residuos de restos derivados de la instalación del muelle, tales como restos de madera, metales ferrosos, retazos de tubos de PVC, los cuales serán acopiados en un sitio dentro del predio colindante al muelle y trasladados al sitio que la autoridad municipal indique.

De la misma forma, se espera generar residuos por la presencia de los trabajadores en el área del proyecto, los residuos serán orgánicos e inorgánicos de tipo doméstico consistentes en restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el lote colindante al muelle y serán trasladados al relleno sanitario. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados en el Programa Reciclación o entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

De la misma forma, se prevé que se generen cantidades mínimas de residuos peligrosos, tales como botes vacíos de pegamento y estopas impregnadas con hidrocarburos o solventes por el uso de motosierras y plantas generadoras de energía, los cuales se dispondrán en un tambo y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

En la operación del muelle, cuando así se requiera, se generarán residuos de mantenimiento, principalmente clavos (metales ferrosos) y madera, derivada de cambio

de madera que pudiera dañarse por el uso continuo del muelle. Los residuos que se acopien serán entregados al servicio de recolección del municipio.

En esta etapa, la generación de residuos peligrosos será mínima y de forma muy puntual, ya que solo se generarán en caso que se realice la sustitución de las tuberías de PVC, en el cual se utiliza pegamento.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presenta MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos.

#### ➤ Transporte y tránsito

El impacto relacionado con el transporte y tránsito de personas, se refiere al movimiento adicional de vehículos derivado del traslado de materiales al sitio del proyecto y por el aumento del flujo de embarcaciones. Este impacto se calificó como despreciable dado que solo se considera el uso de pocos vehículos para el traslado de los materiales que se utilizarán por causa del proyecto, serán llevados al sitio del proyecto.

Durante la etapa operativa, se espera una afluencia mayor de turistas y personas locales en la zona, pues el muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventualmente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espejo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

Sin embargo, el impacto no se considera significativo, ya que en el sistema ambiental existen varias marinas, muelles y atracaderos que son de uso privado y turístico, por lo que la operación del proyecto se sumará a los existentes y cumplirá con la normatividad aplicable de la SCT.

#### ➤ Salud humana

Para este factor se determinó un impacto derivado de la exposición de personas a eventos meteorológicos y riesgos a la salud, el cual se calificó como despreciable.

El personal que participe en la construcción del muelle estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, los trabajadores estarán en riesgo de caer al agua o de golpearse durante el manejo de la madera y de la motosierra, lo que puede generar cortaduras u otras lesiones. También estarán expuestos al contacto con residuos peligrosos que pudieran generarse durante la operación de las motosierras y de la planta generadora de energía.



Durante la construcción y operación las personas se verán expuestas a los eventos meteorológicos que ocurran en la zona, por lo que se tomarán las medidas de contingencia necesarias, para prevenir cualquier incidente.

➤ Economía

Se determinó un impacto sobre la economía, el cual se calificó como no significativo y está vinculado principalmente con la generación de empleos.

La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales para los habitantes de la región durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Al mismo tiempo, se espera una derrama económica mayor, por parte de los turistas, pues con la construcción del muelle, los visitantes de la zona, podrán tener un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.

➤ Paisaje

Para este factor se definió un impacto relacionado con los cambios en el paisaje, el cual se calificó como significativo, ya que éste se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción, y para la etapa operativa, el muelle se sumará a los que existen en la zona. Para aminorar este impacto se establecerán medidas; por ejemplo, se realizará el manejo adecuado de residuos y se mantendrá la limpieza en la obra, entre otras.

En el Sistema Ambiental definido para el proyecto, predominan rasgos paisajísticos de tipo urbano, mismo que se combinan con los componentes naturales que ofrece el área marina, los cuales presentan una amplia gama de valores estéticos que resulta difícil y complejo unificar.

El proyecto resulta compatible con la estética paisajística de la zona costera de la Ciudad de Playa del Carmen y el Mar Caribe y se integrará al panorama general, sin que altere la visibilidad de los espectadores.

Una vez que se termine de construir el muelle, en la etapa operativa, esta formará parte del paisaje de la zona, insertándose dentro de la zona litoral del sistema ambiental donde existen por lo menos 15 muelles.

## **CAPÍTULO VI.**

# **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

A partir de los criterios y lineamientos establecidos en los diferentes instrumentos normativos que se han tomado en consideración en el Capítulo III, principalmente de los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, POET Corredor Cancún-Tulum, así como del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe; la descripción de las condiciones ambientales del Sistema Ambiental y del área terrestre y marina del sitio del proyecto que se han descrito en el Capítulo IV y la identificación, descripción y valoración de impactos ambientales descritas en el Capítulo V del presente MIA-P; en este capítulo se describirán una serie de medidas de prevención, mitigación, y compensación, las cuales están orientadas a reducir los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior.

El artículo 30 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que... Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados *deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

A partir de los criterios, lineamientos y reglas establecidos en los diferentes instrumentos normativos valorados en el capítulo III de la MIA-P del proyecto, se ha determinado la implementación y ejecución de los siguientes programas:

1. Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos
2. Programa de Manejo de fauna

Independientemente de las acciones establecidas en los programas antes referidos, a continuación, se presentan medidas específicas por factor evaluado.

## **VI.1 IDENTIFICACION DE IMPACTOS**

En la matriz de impactos descrita en el capítulo V de la presente MIA-P, se generaron un total de 58 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 48 son adversos y 10 benéficos. Con relación a los impactos negativos que se identificaron en la etapa de preparación de sitio, en esta etapa de construcción, son mayores, debido a que es la etapa donde se realizarán más actividades y se materializa el proyecto.. Derivado de lo anterior se determinó que se podrían generar 12 impactos ambientales potenciales a generarse durante todas las etapas del proyecto, de los cuales nueve serán de naturaleza negativa y tres de naturaleza positiva, cinco permanentes y siete temporales.

**Cuadro 1.** Impactos ambientales potenciales por etapa. Para cada una de las etapas del proyecto se indican los impactos ambientales potenciales identificados.

FACTORES	IMPACTOS	Signo
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos	N
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N
	Modificación de la corriente litoral	N
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	N
	Generación de hábitats	P
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	N
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N
Economía	Generación de Empleos	P
	Derrama económica por la afluencia de turistas	P
Paisaje	Modificación del paisaje	N

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D).

Derivado de lo anterior, las medidas de mitigación para prevenir los posibles impactos generados al ambiente por el desarrollo del proyecto, se aplicarán únicamente a los impactos considerados como negativos, mismas que se describen más adelante.

## VI.2 APLICACIÓN DE MEDIDAS

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente en el sitio del proyecto, basados en el trabajo de campo y en el conocimiento específico de sus atributos ambientales, se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

1. Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).
2. Aplicación de medidas específicas de prevención y mitigación en las actividades realizadas en cada una de las etapas del proyecto.

Dada la naturaleza del proyecto, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del mismo, se llevarán a cabo actividades comunes, por

lo que las medidas generales establecidas se agruparon por etapa e impacto ambiental susceptible de generarse para el proyecto

### **VI.3 MEDIDAS GENERALES**

#### **VI.3.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la presencia del personal de obra.**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se prevé la contratación de la mano de obra local, mismo que en su mayoría son originarios de los estados de Yucatán, Chiapas y Tabasco, muchos de ellos con un nivel de educación mínimo, lo cual ocasiona una serie de impactos como los que se mencionan a continuación.

- Obras con una gran cantidad de residuos sólidos dispersos a lo largo del sitio del proyecto, dando mal aspecto.
- Fecalismo y micciones en áreas verdes y en obra, generando malos olores.
- Afectaciones a la fauna, por la costumbre de cazar especies comestibles y por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas.
- Afectaciones a la flora, por falta de información sobre su manejo y por el saqueo de especies de importancia económica, cultural y/u ornamental.

Para mitigar estos impactos, la educación ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas para atenuar algunos de los impactos ambientales que generará el proyecto. Educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños de obra y contenedores de residuos), así como el cuidado y respeto de la flora y la fauna, nos permitirá contribuir a la conservación de las áreas del proyecto que no serán intervenidas, dando como resultado el buen estado los recursos naturales del sitio del proyecto y evitar impactos adicionales por malas prácticas.

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo antes mencionada por parte de los encargados de supervisar su correcto manejo y funcionamiento, promueve el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como la contaminación del manto freático, lo que puede resultar muy nocivo para la flora y fauna local, así como para el mismo personal que labore en la obra, por lo cual para evitar que esto suceda se proponen las siguientes medidas:

- Concientizar al personal de la importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo, lo que se recomienda hacer periódicamente mediante un programa de capacitación, así como pláticas matutinas o briefing, mismas que serán impartidas durante el tiempo que duren las obras.
- Colocar letreros informativos promoviendo y letreros prohibitivos para promover buenas prácticas ambientales.

- Colocar suficientes contenedores para los residuos, para evitar que se depositen de manera inadecuada; dichos recipientes deberán estar debidamente rotulados, preferentemente con gráficos que muestren el tipo de residuo que se colocará en cada uno de ellos.
- Mantener los contenedores debidamente tapados y ubicados en sitios estratégicos, distribuidos en las áreas con mayor concentración de trabajadores.
- Conminar al personal al uso de los baños.
- Mantener los baños en buenas condiciones sanitarias para evitar que el personal incurra en la defecación y micción al aire libre.
- Mantener una continua vigilancia sobre las actividades de los trabajadores para supervisar que se esté haciendo uso de la infraestructura de apoyo.
- Se sancionará a todo trabajador que afecte de manera ilegal alguna especie de flora o fauna y de ser necesario se dará parte a las autoridades competentes.
- Para reforzar la limpieza de la obra, se contratará una cuadrilla de empleados que se encargarán de la recolección de los residuos que se generen en la obra.

Las actividades de concientización ambiental son fundamentales para que en el sitio del proyecto se mantenga en buenas condiciones de limpieza, se eviten accidentes que puedan generar un daño ambiental y para evitar la afectación a la flora y la fauna por parte de los trabajadores, sobre todo durante las etapas de preparación y construcción. Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de manera que sea de fácil comprensión.

A continuación, se presentan algunas de las acciones que se llevarán a cabo como parte de las actividades de concientización ambiental.

1. Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, considerando que muchos de los trabajadores de la zona no hablan bien el español.
2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:
  - Indicativos: ubicación de botes de basura, utilización de sanitarios portátiles, entre otros.
  - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o encender fogatas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor, así como las restricciones de acceso a las áreas verdes, etc.

- Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), las especies de animales que se pueden encontrar dentro del sitio del proyecto, plantas nativas y sus características.
3. Periódicamente se impartirán pláticas durante las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal de la importancia de usar la infraestructura de apoyo, realizar la separación de los residuos, así como del cuidado y respeto de la flora y la fauna.

### **VI.3.2 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos sólidos.**

Durante la etapa de preparación del sitio se producirá la mayor cantidad de residuos orgánicos, debido a que en esta etapa se lleva a cabo el desmonte del área de desplante del proyecto que, aunque es mínima y únicamente corresponde a vegetación secundaria, es considerada esta actividad como la mayor generadora de residuos orgánicos. Las medidas propuestas para mitigar los impactos por la generación de residuos sólidos son:

1. Se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos.
2. El consumo de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.
3. Se colocarán suficientes contenedores para el acopio de los residuos, los cuales contarán con tapa y con una bolsa de plástico en su interior para facilitar su traslado al área de acopio temporal, además los contenedores deberán de estar rotulados conforme al tipo de residuo a contener, con el cual se fomentará una cultura de separación de residuos entre el personal.
4. Los desechos de construcción deberán ser retirados del sitio del proyecto al lugar donde la autoridad así lo disponga, lo cual deberá realizarse periódicamente con el fin de evitar la acumulación en grandes cantidades dentro del mismo.
5. Se separarán los desechos de construcción que puedan ser reutilizados y reciclados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.
6. Se promoverá la separación de residuos, los cuales serán clasificados en no peligrosos (aluminio, PET, papel, cartón), y peligrosos (estopas contaminadas de hidrocarburos, entre otros), y se entregarán a empresas u organismos encargados de canalizarlos para su reciclamiento y/o disposición adecuada, o en el programa de que emprende la Dirección General de Ecología del H. Ayuntamiento de Solidaridad.
7. Los residuos orgánicos e inorgánicos que no sean reciclables, serán almacenados en bolsas de plástico y colocados en contenedores, y serán retirados del sitio del proyecto y trasladados al relleno sanitario de la Ciudad de Playa del Carmen.

8. Al término de cada jornada laboral se realizará un recorrido por el área del proyecto y se recolectarán todos los residuos que pudieran haber quedado fuera de los contenedores.

### **Medidas de mitigación**

1. Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal de obra, deberán ser retirados diariamente del área de trabajo o bien colocados en contenedores debidamente diferenciados y con tapa al final de la jornada laboral para evitar que la fauna disperse los residuos.
2. Los residuos reciclables generados en la etapa de construcción por consumo de alimentos (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel) se separarán y se entregarán a una empresa encargada de su reciclaje o en el programa de que emprende la Dirección General de Ecología del H. Ayuntamiento de Solidaridad.
3. El sitio del proyecto se mantendrá limpio, y quedará prohibido almacenar o tirar escombros y materiales en la zona de playa, así como en el área marina.
4. Todos los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que no sean reciclados o reutilizados, se trasladarán al relleno sanitario de la Ciudad de Playa del Carmen.
5. Se mantendrá limpios los frentes de trabajo, y se colocarán contenedores de residuos en sitios estratégicos y letreros informativos. Esto con la finalidad de mantener limpia esta zona y evitar contaminar el mar.

### **VI.4 MEDIDAS ESPECÍFICAS POR IMPACTO EVALUADO.**

A continuación, se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación por etapa basados en cada uno de los factores evaluados.

#### **Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera la emisión de contaminantes a la atmósfera por la operación de la motosierra y de la planta de energía las cuales utilizan gasolina como combustible. Por otra parte, se espera generar ruido derivado por el uso de los equipos antes mencionados, así como por el golpeteo de la madera durante el ensamblado del muelle. El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente en la zona del proyecto el cual se calificó como despreciable, ya que será temporal, y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto.

**Objetivo.** Disminuir la afectación y contaminación a la atmósfera por las emisiones fuera de norma que pudieran generarse por un mal funcionamiento de los equipos y las máquinas, así como atenuar la generación de ruido que pudiera afectar a la fauna de la zona.



IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Contaminación por emisiones a la atmósfera y partículas de polvo.	Se verificará que la motosierra y la planta generadora de energía se encuentren afinadas y en óptimas condiciones para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.		x		La motosierra y la planta de energía se mantendrán en buen estado de afinación.
Afectación al microclima.	Solamente se laborará en un horario de 7:00 a 17:00 hr.	x	x		Ausencia de áreas de quema de residuos.
Contaminación auditiva.	Quedará prohibido la quema de residuos como método de disposición final	x	x		Niveles de ruido aceptable.
	Se vigilará que las embarcaciones que arriben al muelle se encuentren en buenas condiciones de funcionamiento.			x	Estado de funcionamiento de las embarcaciones que arriben.

**Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual; Cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos y contaminación por manejo inadecuado de residuos y combustibles**

Durante la construcción del muelle, se realizará el manejo combustible para la operación de la motosierra y de la planta de energía, también habrá la generación de diferentes tipos de residuos, que de no tomarse las medidas de prevención adecuadas puede ocasionar la contaminación del agua marina.

El hincado de los pilotes para el muelle se realizará mediante el uso de motobomba, con la cual se inyecta agua a presión al fondo marino del área del pilote con el cual el cambio de presión ira perforando el suelo marino y clavando el pilote al subsuelo, esto generará una pluma de sedimentos que de no contenedor adecuadamente podrá afectar de manera significativa a los organismos bentónicos del área del proyecto.

Durante el proceso constructivo del muelle existe la probabilidad de accidentalmente pedazos de madera, objetos (herramientas), metales u otros residuos se caigan al fondo del mar, lo que conllevaría a la contaminación del mismo.

**Objetivo:** Evitar el desperdicio de este recurso, así como evitar introducir contaminantes innecesarios en el agua de mar.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Contaminación por disposición	Los combustibles que se utilicen en la operación de las motosierras, compresores y otros equipos de combustión interna, serán	x	x		Presencia de área de resguardo de combustibles.

inadecuada de residuos y agua residual.  Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos y por contaminantes	almacenados en bidones libres de fugas y en sitios que cuenten con piso de concreto, el abastecimiento de los mismo se realiza al interior del sótano donde el suelo no está expuesto.				Ausencia de manchas de hidrocarburos en el suelo y en el agua.  Ausencia de residuos.
	Se aplican las acciones establecidas en el Programa de Manejo de Residuos	x	x	x	Presencia de malla antidispersión.
	Las personas que participen en la construcción del muelle, utilizaran los sanitarios que se encuentran dentro del hotel	x	x		Turbidez.
	Se colocará una malla antidispersión de sedimento para evitar la filtración de sedimentos en áreas colindantes donde se desarrollan organismos bentónicos. Esta malla deberá contar con durmientes en el fondo y no deberá de tener aperturas, que puedan dan origen a la filtración de sedimentos.	x	x		Presencia y ausencia de manchas de hidrocarburos en el agua.
	La malla se retirará hasta que los sedimentos se encuentren asentados y el agua sea totalmente transparente.		x		Presencia del almacén habilitado en el lote 8 colindante al área del

### Afectación a los ambientes marinos

El muelle tiene un largo de 47 metros desde la pleamar hasta la bifurcación o travesaño y un ancho de 3.00 metros; el travesaño tiene un largo de 11.23 metros y un ancho de 3.000 metros. La pasadera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar. Con respecto de la superficie de aprovechamiento, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparán una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

**Objetivo:** Minimizar riesgos de afectación a la fauna marina y terrestre.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en el fondo marino	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de fauna conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate de Fauna, enfocándose en las áreas que serán intervenidas y al área de maniobra definida para el trabajo.	x			No se observan organismos muertos.  Se observan señalizaciones

	Los pedazos de madera, objetos (herramientas) ductos de PVC, u otros residuos que se caigan al fondo del mar, serán recuperados	x	x	fomentando el cuidado de la fauna.
	Se colocará una malla antidispersión de sedimento para evitar la filtración de sedimentos en las áreas colindantes. Esta malla deberá contar con durmientes en el fondo y no deberá de tener aperturas, que puedan dan origen a la filtración de sedimentos.	x	x	Las áreas de trabajo de mantienen libres de residuos.  No se observan sedimentos dispersos fuera de la malla.

### Pérdida de organismos marinos

La presencia de personal dentro del proyecto y la constante generación de ruido provoca perturbaciones y ahuyentamiento natural de la fauna. Al mismo tiempo, dentro del sitio del proyecto únicamente se observó la presencia de aves el día de los muestreos, no obstante, se considera que pudieran encontrarse individuos de reptiles y crustáceos, por lo que se han considera las siguientes medidas de mitigación para prevenir cambios en la abundancia de la fauna terrestre.

Las medidas propuestas para estos dos impactos, prácticamente son las mismas únicamente se diferenciarán del ecosistema al que se aplicarán en este caso, terrestre y acuático.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
<b>Pérdida de organismos marinos.</b>	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de fauna conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate de Fauna, enfocándose en las áreas que serán intervenidas, donde se dará prioridad a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de lento desplazamiento.	x			Registro de las especies de fauna producto del rescate del área de desplante y maniobra.
<b>Generación de hábitat.</b>	Se colocará una malla antidispersión de sedimentos para evitar la filtración de sedimentos en áreas con organismos bentónicos. Esta malla deberá contar con durmientes en el fondo y no deberá de tener fugas, que puedan dan origen a la filtración de sedimentos.	x	x		Presencia-ausencia de fauna nativa, feral, nociva y doméstica u ornamental.
	Quedará prohibida la caza, captura y pesca.	x			Presencia-ausencia de fauna dañada.  Reporte de atención y liberación de

	Con la colocación de los pilotes del muelle se generará un nuevo espacio para la colonización de especies bentónicas.			x	especies de fauna.  Verificación de la implementación del reglamento de obra.  Colonización de organismos bentónicos
--	---	--	--	---	--

### Modificación al paisaje

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las tres etapas del proyecto, por la presencia de infraestructura de apoyo en la zona marina y por la presencia de la malla antidispersión; así como por la presencia de personal y por la generación de residuos. Sin embargo, una vez que se termine el proyecto, en la etapa operativa, este formará parte del paisaje de la zona, insertándose dentro del área litoral del sistema ambiental donde existen este tipo de infraestructuras.

**Objetivo:** Equilibrar las actividades que se realicen con el paisaje del sitio del proyecto.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Modificación del paisaje.	La Malla anti dispersión deberá de estar el menor tiempo posible, misma que será retirada hasta que no se observen solidos suspendidos		x	x	Presencia y ausencia de residuos.
	Se realizará un manejo adecuado de los residuos		x		Ausencia de la malla anti dispersión.
	Se realizarán las actividades de mantenimiento del proyecto			x	Muelle en buen estado

### Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud

El personal que se contrate para la construcción de la obra estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la construcción y operación, las personas podrán estar expuestas a los accidentes por el mal manejo de los equipos de seguridad y por los eventos meteorológicos que ocurran en la zona, por lo que se tomarán las medidas necesarias cuando se anticipe una contingencia. De la misma forma, durante estas etapas se expondrá a las personas a ruidos elevados por la operación de maquinaria.

**Objetivo:** Minimizar el riesgo a la salud humada durante la etapa de construcción por el acontecimiento de accidentes laborales, y evitar daños durante eventos meteorológicos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Exposición de Personas a eventos meteorológicos y riesgos de salud.	Para las actividades de construcción del muelle se tomará de referencia las condiciones del clima emitidas por capitanía de puerto, a efecto de no realizar actividades en días con oleaje fuerte.		x		El personal usa el equipo de seguridad.  Presencia de botiquín con los insumos básicos de primeros auxilios.  Se cancelarán las actividades en caso de mal tiempo o amenaza de eventos meteorológicos.
	El personal que opere la motosierra deberá de contar con la experiencia necesaria, además que deberá de usar el equipo de seguridad.		x		
	El personal de obra contará con equipo de seguridad Mínimo necesario que Permita mantenerlo protegido,	x	x		
	Los buzos deberán de acreditar experiencia en sus actividades		x		

## VI.6 SUPERVISIÓN AMBIENTAL

Con la implementación de Supervisión Ambiental se verificará el éxito y la viabilidad de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto, así como aquellas medidas que la autoridad evaluadora ordene en la resolución correspondiente. Es una estrategia de aplicación cotidiana que verifica la aplicación de los controles que evitan o minimizan posibles emisiones, derrames y escurrimientos que pudieran afectar el aire, el suelo o el agua; verifica el adecuado manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y de residuos peligrosos, así como en la dispersión de sedimentos durante el proceso de hincado de los pilotes del muelle; y se encarga de la vigilancia y registro de la oportuna aplicación de las medidas de prevención, mitigación y corrección de impactos ambientales y del cumplimiento a los términos y condicionantes que imponga la autoridad al desarrollo de las obras proyectadas.

Ésta se realizará de forma permanente en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, la cual estará a cargo de un técnico debidamente capacitado y con la debida experiencia en el proceso de inspección o auditoría ambiental, quién realizará un recorrido en proyecto, verificando que las obras y actividades se realicen en apego a lo autorizado, sin generar impacto ambiental significativo, contaminación ambiental o daño grave a los ecosistemas que no se encuentren autorizados. Esta persona tendrá la capacidad de tomar decisiones importantes para detener cualquier actividad que este causando algún impacto ambiental no previsto, así como ordenar la aplicación de las medidas correctivas necesarias para el saneamiento de las áreas afectadas.

Los resultados de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto, serán reportados en los Informes de cumplimiento de términos y condicionantes que se presentarán ante la Procuraduría

Federal de Protección al Ambiente y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo quienes validarán los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas impuestas.

## **CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES PARTICULARES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del Sistema Ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el sistema ambiental considerando:

Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.

Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.



### VII.7.1 ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<b>Aire</b>	<p>El municipio de Solidaridad a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento.</p> <p>En el sistema ambiental hay varias fuentes de ruido, tales como el tránsito de vehículos en la Carretera Federal, el que generan las áreas de servicios de los desarrollos turísticos (planta de tratamiento, generadores de energía, etc.), así como el que generan las personas que se mueven en la zona.</p>	<p>Los impactos considerados sobre este factor, están relacionados con la contaminación del aire por el uso de la maquinaria; también se contempla dentro de este rubro el impacto producido por el aumento de ruido por diferentes fuentes de emisión. En la operación tanto las emisiones a la atmosfera como el ruido, desaparecerán.</p> <p>Se prevé un incremento mínimo e insignificante en los niveles de contaminación a la atmósfera por el uso de la motosierra, motobomba y planta generadora de energía, así como de la sierra y taladros, que repercutiría de forma poco significativa en la fauna y salud humana, principalmente.</p> <p>Se realizaría un empleo desmedido de los equipos y herramientas; y no se respetarían horarios de trabajo, por lo que el ruido perturbaría a las diferentes especies de fauna registradas en el lugar.</p>	<p>Se prevé que con la aplicación de medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, la generación de polvos y contaminantes a la atmósfera sea menor, disminuyendo el impacto sobre la vegetación, fauna y salud humana.</p> <p>No existirán problemas de contaminación por el empleo de equipos y herramientas durante la construcción del proyecto, ya que a esta se le dará mantenimiento constantemente.</p> <p>Se espera que al establecer un horario de trabajo diurno (07:00 a 17:00 horas), para que se disminuya el impacto del ruido sobre la fauna.</p> <p>Con las medidas propuestas se espera que la fauna tolerante a ciertos grados de presencia humana regrese al sitio para utilizarlo como hábitat.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p><b>Suelo</b></p>	<p>En cuanto al factor suelo, se considera el impacto de las actividades que realizará el proyecto sobre el suelo, considerando su calidad en cuanto a características fisicoquímicas directamente relacionadas con contaminación y erosión de dicho recurso, así como los cambios por actividades de compactación.</p> <p>Durante las distintas etapas del proyecto existe la posibilidad de que se contamine el suelo y el suelo por manejo inadecuado de los residuos, así como de sustancias riesgosas, por lo que es de vital importancia la evaluación de los posibles impactos que pueda generar el proyecto en este rubro.</p> <p>La zona terrestre donde se dará inicio al arranque de muelle, corresponde a una playa con sustrato arenoso y con rocas expuestas, producto de los procesos erosivos que se han dado en la zona tras el paso de los distintos eventos meteorológicos y las condiciones geográficas de la zona, así como el desarrollo de proyectos de recuperación o protección de playa.</p> <p>La parte terrestre donde se pretende colocar el arranque se muelle, ha estado</p>	<p>Se realizaría la disposición inadecuada de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos.</p> <p>Se realizaría el vertimiento de sustancias peligrosas.</p> <p>Se llevarían a cabo actividades de fecalismo al aire libre.</p> <p>Todo lo anterior provocaría problemas fuertes de contaminación al suelo y al mar, ocasionando cambios en las características químicas del suelo y a su vez al cuerpo de agua.</p>	<p>Se realizará el manejo adecuado de las sustancias peligrosas, para evitar derrames al suelo.</p> <p>En caso de que suceda algún derrame al suelo se procederá a detener el equipo, y se procederá a realizar las acciones de saneamiento y recuperación del suelo contaminado, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.</p> <p>Durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios que se encuentran al interior del hotel.</p> <p>Para evitar la contaminación del suelo por el mal manejo de residuos se aplicarán las medidas propuestas en el Programa de Manejo de Residuos que durante todas las etapas del proyecto.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>sujeta a procesos erosivos principalmente por fenómenos hidrometeorológicos desde hace mucho tiempo. Esta condición ha generado la pérdida de la duna costera, hasta llegar a exponer la roca.</p> <p>Desde una perspectiva simple, la zona se observa como un litoral con arena y rocas expuestas producto presumiblemente de los procesos erosivos que han acontecido en la zona.</p>		
<p><b>Agua</b></p>	<p>De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidad geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, la cual encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.</p> <p>Sin el proyecto, los flujos superficiales del agua se mantendrían en la zona de</p>	<p>En la cimentación del muelle no se utilizarían pilotes, poniendo en riesgo las instalaciones y afectando la hidrología superficial.</p> <p>La mayor parte del área concesionada se desmontaría y se cubriría de superficies impermeables alterando la hidrología superficial.</p> <p>Se realizará la disposición inadecuada de sólidos, residuos líquidos y peligrosos y lixiviados de los mismos, lo cual podría provocar contaminación al suelo y agua subterránea.</p>	<p>La cimentación del muelle se realizará sobre pilotes para permitir continúen los flujos superficiales de agua.</p> <p>El desplante de las obras en la parte de la playa tampoco interferirá con el flujo de agua superficial y subterráneo hacia la mar debido a que serán piloteadas.</p> <p>Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios que actualmente se encuentran al interior del hotel, por lo que no se verterán aguas residuales al suelo o al agua, evitando así problemas de contaminación por esta causa.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>playa y continuará el flujo que existe actualmente en el mar. .</p>	<p>La contaminación también se podría dar por el derrame de aguas residuales.</p> <p>Se podrían disponer los residuos y derramar materiales en las zonas inundables y en el sistema lagunar, lo que ocasionaría cambios en la calidad de agua, contaminación y muerte de organismos.</p>	<p>De la misma forma, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al relleno sanitario del Municipio de Solidaridad.</p>
<p><b>Fondo marino y Biota marina</b></p>	<p>De acuerdo a la caracterización del área de influencia directa del proyecto. Se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.</p> <p>Por otro lado, el área programada para instalar el Muelle MVNGATA objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por</p>	<p>Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados principalmente por el hincado de los pilotes, el cual se realizará utilizando una bomba a presión. Esta actividad dará origen a la dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades coralinas y bentónicas presentes en la zona de influencia del proyecto. Adicionalmente, durante el armado del muelle, se generaran residuos sólidos tales como restos de madera, alambres y clavos; así como también se generaran residuos de alimentos, PET, Aluminio, entre otros, por la presencia de personal que pudieran caerse en la plataforma del muelle ya conformada pero también en el</p>	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p> <p>En cuanto al manejo de residuos, se implementarán las medidas adecuadas para su separación, acopio y disposición final de</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros Halimeda y Rhipocephalus. A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces.</p> <p>Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, no registro especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Este factor resulta de importancia pues los principales impactos que podría generar el proyecto, son la afectación a los organismos bentónicos, la pérdida de ejemplares y la afectación a las colonias coralinas, así como a especies en algún estado de conservación.</p> <p>A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos.</p>	<p>agua y depositarse en el fondo marino.</p> <p>El proyecto no implementaría acciones de rescate y por lo tanto se perderían las especies de flora registradas en el área de aprovechamiento.</p> <p>No se señalarían las zonas pudiendo afectar vegetación destinada a conservación.</p> <p>La construcción de las obras se realizaría sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar afectaciones a la flora y la fauna.</p> <p>Se generarían residuos que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua, lo cual, a su vez, puede dañar la vegetación y la fauna.</p> <p>Los residuos generados se dispersarían hacia la mar, empeorando sus condiciones ambientales.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, estas se</p>	<p>acuerdo a su tipo, planteadas en el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P.</p> <p>De aplicara el Programa de manejo de Fauna, misma que está enfocada a los organismos bentónicos.</p> <p>Se dará capacitación a todas las personas que participen en el desarrollo del proyecto a efecto de concientizarlos en el cuidado de la fauna Mariana y terrestre, así como la importancia de mantener libre de residuos la zona de playa el área marina.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, no registro especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>No obstante, para reafirmar el listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 reportadas para el SA, se hizo un recorrido visual en la zona de la rompiente arrecifal reportada dentro del SA, ubicada a 1,860 m de la zona de desplante del proyecto y fuera de la zona de influencia directa, lo anterior, con la finalidad de reconocer especies dentro de alguna categoría de protección dentro del SA con posible afectación por desarrollo del proyecto. Como resultado de este recorrido, se registró la presencia de 4 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>; y dos gorgonaceos de las especies <i>Plexaura homomalla</i> y <i>Plexaura dichotoma</i>, esto en la rompiente arrecifal y la zona de laja con macroalgas aledaña a la rompiente.</p>	<p>infiltrarían al suelo y al agua causando más contaminación.</p> <p>Se realizaría fecalismo al aire libre, causando contaminación al suelo y al agua.</p>	

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.</p>		
<p><b>Salud humana</b></p>	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 25 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados</p>	<p>Las actividades no preverían adecuadamente la alerta de huracán o tormenta tropical, exponiendo al personal a daños físicos, o bien, dejando el equipo o maquinaria sin la protección adecuada.</p> <p>El manejo inadecuado de sustancias peligrosas podría provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio.</p> <p>Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal.</p> <p>No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible</p>	<p>En caso de alerta de tormenta tropical o huracán se atenderá lo establecido por el Municipio y protección civil.</p> <p>Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes.</p> <p>Se contará con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia.</p> <p>Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generan durante la construcción de obras.</p>	<p>la atención del personal que se lastime.</p> <p>No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.</p>	
<b>Economía</b>	<p>La actividad económica básica del Municipio de Solidaridad se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios si no del Estado, ya que durante el 2012, la afluencia de turistas a estos destinos vacacionales (Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen), fue de alrededor de 5.3 millones de visitantes. La oferta habitacional del estado prevista para el</p>	<p>El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, generando un proyecto problema para la economía e imagen para la zona de Xcalacoco y Playa del Carmen.</p>	<p>La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales para los habitantes de la región, lo cual también repercute en la economía local.</p> <p>La demanda de servicios para el desarrollo del proyecto, específicamente en la compra y adquisición de materiales para la construcción generará un impacto económico positivo en el Municipio de Solidaridad.</p>



ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>2013 fue de 85,918 habitaciones en 905 centros de hospedaje con diferentes categorías, de los cuales la mayoría se localizan en Cancún y Playa del Carmen.</p> <p>En complemento con el turismo, la actividad comercial también es muy importante; existen todo tipo de establecimientos que se dedican al comercio de diferentes productos, desde ropa típica mexicana y artesanías de todo el país, hasta las marcas de prestigio internacional. Se encuentran plazas comerciales importantes, mercados públicos y diversas tiendas departamentales.</p>		
<p><b>Paisaje</b></p>	<p>El SA ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico y urbano. Sin embargo, en el caso particular del proyecto su objetivo consiste en desarrollar un proyecto ambientalmente viable con los recursos de la zona, ofreciendo a la población áreas de uso recreativo donde los componentes ambientales y los componentes del proyecto ofrezcan una sensación armónica con la naturaleza. Es importante resaltar que la planeación del proyecto se realizó tomando en consideración las condiciones de la</p>	<p>No se colocaría un tapial alrededor de las obras, lo que daría un mal aspecto.</p> <p>Las actividades de construcción de la obra darían una mala apariencia porque se observarían residuos dispersos y en desorden.</p> <p>Las afectaciones derivadas de la presencia de personal y maquinaria, por retiro de vegetación, disposición inadecuada de residuos y derrames de sustancias peligrosas, darían un mal aspecto.</p>	<p>Durante la construcción de las obras, se realizará un manejo adecuado de los residuos de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P.</p> <p>Con el manejo adecuado de los residuos se prevendrán focos de infección por la basura.</p> <p>Se colocará un tapial alrededor del área de aprovechamiento para delimitar el área de trabajo y</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>vegetación, desarrollándose solo en aquellas áreas afectadas y manteniendo aquellas áreas naturales cuyas condiciones son idóneas para su conservación.</p> <p>El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; y en la zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre.</p>	<p>Una vez que se terminen las obras, se mantendrían los residuos que se dejen en la zona, lo que daría un mal aspecto.</p>	<p>restringir el acceso a las áreas de conservación.</p> <p>Para evitar la mala apariencia del proyecto, las áreas de trabajo se mantendrán limpias y en orden.</p> <p>Se controlará la entrada y salida de personal, vehículos y maquinaria.</p> <p>Se asignarán los sitios de estacionamiento y descarga de materiales, dentro del área de obras provisionales.</p> <p>Una vez que se terminen las obras, se realizará la limpieza de todas las áreas.</p>

## VII.8 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintos programas o medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto oficialmente, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos exigidos en la industria turística y de servicios, como por ejemplo las certificaciones ambientales que hacen referencia a una calidad ambiental que garantiza la conservación de los recursos naturales.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental*, exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

### Preparación del sitio, Construcción y Operación.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 3. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

<b>Preparación del sitio</b>	<b>Construcción</b>	<b>Operación</b>
<b>Contratación de personal local</b>	Contratación de personal local	Contratación de personal local
<b>Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.</b>	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
<b>Instalación de sanitarios portátiles.</b>	Mantenimiento de sanitarios portátiles	Conexión de las obras del proyecto al drenaje sanitario
<b>Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.</b>	Mantenimiento de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Recorridos en el museo, pláticas de educación ambiental
<b>Rescate de flora y fauna</b>	Mantenimiento de ejemplares e incorporación a áreas verdes	Mantenimiento de áreas ajardinadas
<b>Delimitación de las áreas de conservación</b>	Vigilancia de las áreas de conservación	Monitoreo y vigilancia del área de conservación
<b>Materiales provendrán de fuentes autorizadas</b>	Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Instalación de equipos ahorradores y paneles solares,
<b>Preparación de equipo y maquinaria</b>	Mantenimiento de la maquinaria	Mantenimientos de equipos
<b>Supervisión ambiental</b>	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

## VII.9 CONCLUSIONES

El proyecto MUELLE MVNGATA propone un desarrollo que se ejecutará de manera adecuada para evitar impactos negativos por malas prácticas.

Además, por las características del proyecto y los resultados de su evaluación ambiental, se considera que este es viable de construir, toda vez que se trata de un proyecto turístico comercial que se llevará a cabo tomando las medidas necesarias para reducir los impactos previstos y coadyuvará con el cuidado al ambiente mediante la ejecución de buenas prácticas ambientales.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- El proyecto MUELLE MVNGATA” se trata de un desarrollo turístico comercial que se desplantará en la zona federal marítimo terrestre concesionada a la promotora y en la parte acuática colindante del Mar caribe. En el espejo de agua del mar, se instalará el muelle y los pilotes.

- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apearse a las estrategias de protección del sistema ambiental.
- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos permanentes, asimismo se consideran acciones de reforestación que promoverán la creación de hábitats de fauna.
- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.
- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

## **CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

## 1. DISEÑO DEL PROYECTO

Uno de las principales medidas que se han tomado para la definición del proyecto MUELLE MVNGATA, es su diseño, el cual obedecían, a las condiciones ambientales del área marina de tal forma que se ha minimizado los riesgos a las afectaciones a los organismos bentónicos que se encuentra dentro de la zona de laja con macroalgas, también su diseño, se ha apenado al cumplimiento de los instrumentos normativos ecológicos como es el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada corredor Cancún – Tulum 2001; Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 29 de mayo de 2009 y Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).

## 2. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE NORMATIVOS

En el capítulo III de la presente MIA-P, se realizó la vinculación del proyecto con los siguientes instrumentos de planeación, a efecto de atender los estatus, criterios, lineamientos que establecen:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Puertos.
- Ley de Bienes Nacionales.
- Ley General de Cambio Climático.

Adicionalmente es necesario realizar la vinculación del proyecto con los siguientes instrumentos administrativos:

- *Áreas naturales protegidas:*
- *Sitios RAMSAR*
- *Regiones terrestres prioritarias*
- *Regiones marinas prioritarias*
- *Regiones hidrológicas prioritarias*
- *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)*

Los instrumentos normativos de carácter ambiental que son vinculantes al proyecto “MUELLE MVNGATA” y los instrumentos de planeación ambiental que regulan el ordenamiento urbano y ecológico del territorio aplicable al Municipio de Solidaridad, son los siguientes:

1. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada corredor Cancún – Tulum 2001.
2. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, publicado en el publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 29 de mayo de 2009.

3. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).
4. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de población Playa del Carmen, 2010.
5. Decretos de Áreas Naturales Protegidas.
6. Marco Normativo (Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas de aplicación directa al proyecto).
7. Normatividad y legislación aplicable a la zona de manglar debido a la distancia a la que se encuentra.
8. Regiones Prioritarias.

### 3. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

La delimitación del SA para el proyecto, se hizo tomando en consideración los elementos del paisaje, es decir, lo biótico, abiótico y antrópico. En este sentido el SA está compuesto por dos componentes ambientales, el terrestre y el marino, los cuales se definieron a partir de los elementos físicos del paisaje y la unidad fisiográfica denominada Punta Chunchuen – Punta Xcalacoco, ajustando sus límites para comprender los elementos que comprenderá el proyecto “**Muelle MVNGATA**” y el área de influencia inmediata.

#### 3.1 . Criterios para la Delimitación del SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto** El proyecto se pretende llevar a cabo en la franja costera marina, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.
- **Límites del polígono terrestre del SA:** Para la porción terrestre del polígono del SA, se consideraron límites antropogénicos que han fragmentado los ecosistemas. Teniendo los siguientes límites fisiográficos: Norte, la fragmentación del humedal referido al desarrollo turístico que se encuentra en la zona. Al sur, con la Av. Constituyentes que conduce al “Muelle Constituyentes”, donde salen y arriban embarcaciones que cruzan a la Isla de Cozumel. Al Oeste, la carretera Federal 307, al Este con el Mar Caribe.

De igual forma, dicha delimitación se consideró en función de las características ambientales y funcionales de la unidad fisiográfica Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco la cual corresponde a una unidad natural de humedales costeros.

En cuanto al límite norte del SA, se delimitó en función de la infraestructura turística que fragmenta la unidad de humedales costeros referidos en el párrafo anterior.

- **Límites del polígono marino del SA:** hacia el Norte, se consideró el límite de la UGA M2 del Programa de Ordenamiento Ecológico corredor Cancún – Tulum. Aunado de la unidad fisiográfica Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco, misma que se encuentra delimitada naturalmente por dos zonas de acumulación y acreción de litoral y cuya existencia está



delimitada por estructuras coralinas tipo bordeantes y zonas rocosas que generan un ambiente de baja energía. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona en forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud en sentido Norte-Sur (Juárez *et al.*, 2006), y en algunas zonas bidireccional dependiendo del oleaje dominante.

El límite Sur, se estableció cinco mil metros hacia el sur en línea recta hasta el muelle denominado “Muelle Constituyentes”, donde salen y arriban embarcaciones que cruzan a la Isla de Cozumel, al mismo tiempo, este muelle se consideró como el límite artificial más cercano después de la saliente de Punta Xcalacoco.

Hacia el Oeste, se tomó como límite la isobata de -20m de profundidad de acuerdo a la Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak CONABIO, (25/04/2017). Finalmente, hacia el Este, únicamente se consideró la línea de la pleamar.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, lo cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. Mientras que, para el componente marino, se realizó una caracterización a partir de una prospección marina, estudios de batimetría e hidrología, además de la fotointerpretación de una imagen satelital. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección marina, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

Conforme a lo anterior, se construyó en Sistema Ambiental.

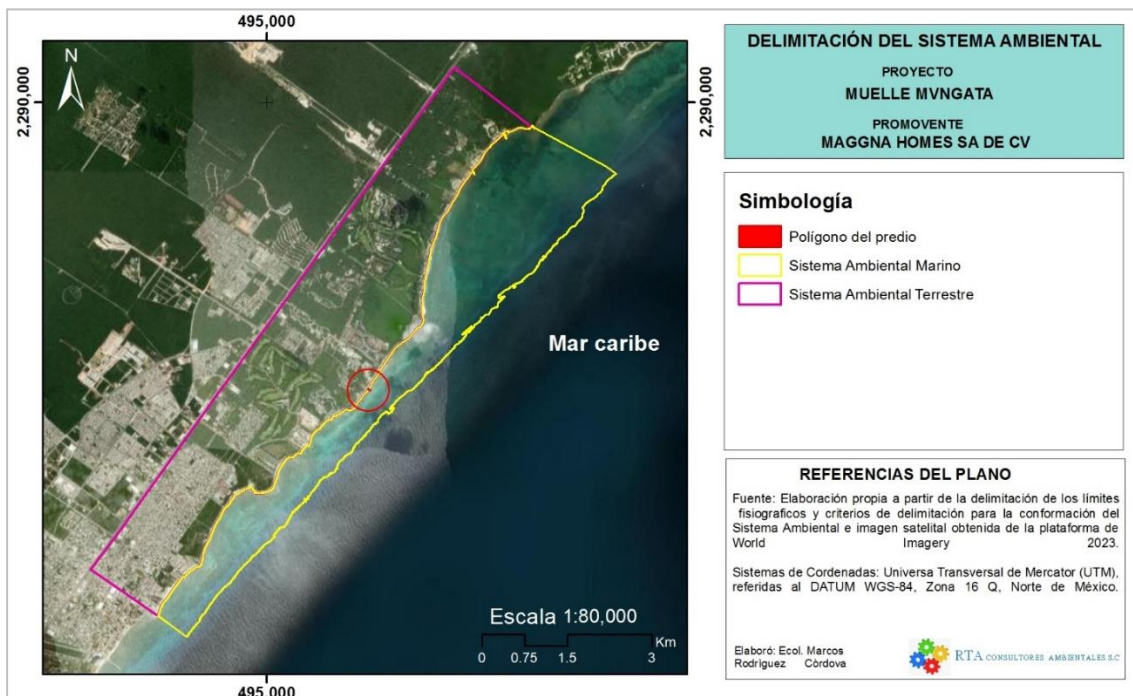


Figura 1. Se muestra el polígono del SA en su porción terrestre y marina.

El Sistema Ambiental del proyecto cuenta con una superficie de 2,938.94 ha, de las cuales una superficie de 1,789.82 ha (60.99%) corresponde a la porción terrestre y una superficie de 1,149.12 ha (39.01%) corresponden al componente marino (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies del Sistema Ambiental

Sistema Ambiental	Superficie	
	Ha	%
Terrestre	1,789.82	60.99
Marino	1,149.12	39.01
<b>Total</b>	<b>2,938.94</b>	<b>100.00</b>

Tomando como fundamento lo expuesto anteriormente a continuación, se presenta el Análisis del Sistema Ambiental. Dicho sistema ambiental forma parte de la denominada Riviera Maya o Corredor Cancún-Tulum y abarca la zona costera comprendida entre Punta Chunchuen y Punta Xcalacoco en el Municipio de Solidaridad del estado de Quintana Roo.

### 3.2 Batimetría del SA.

La zona marina que colinda con la zona costera del SA ha sido muy estudiada. Los últimos estudios que se han realizado en la zona y de los cuales se tiene conocimiento, corresponden a los de las MIA-R: a) Programa de rehabilitación y Mantenimiento del Manglar del proyecto KANAI, b) Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete - Punta Maroma: Desarrollo TRES RÍOS, c) Programa de Rehabilitación y Protección de Ambientes Costeros, Sistema Ambiental Regional Punta Bete- Punta Maroma: Desarrollo Turístico MAYAKOBA y d) Rehabilitación de playa del Hotel Grand Velas y Casa Velas.

La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino, indica que la batimetría del SA va de 0 m a -6 m desde el límite Oeste y hasta la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -6.6 m a -20 m de profundidad.

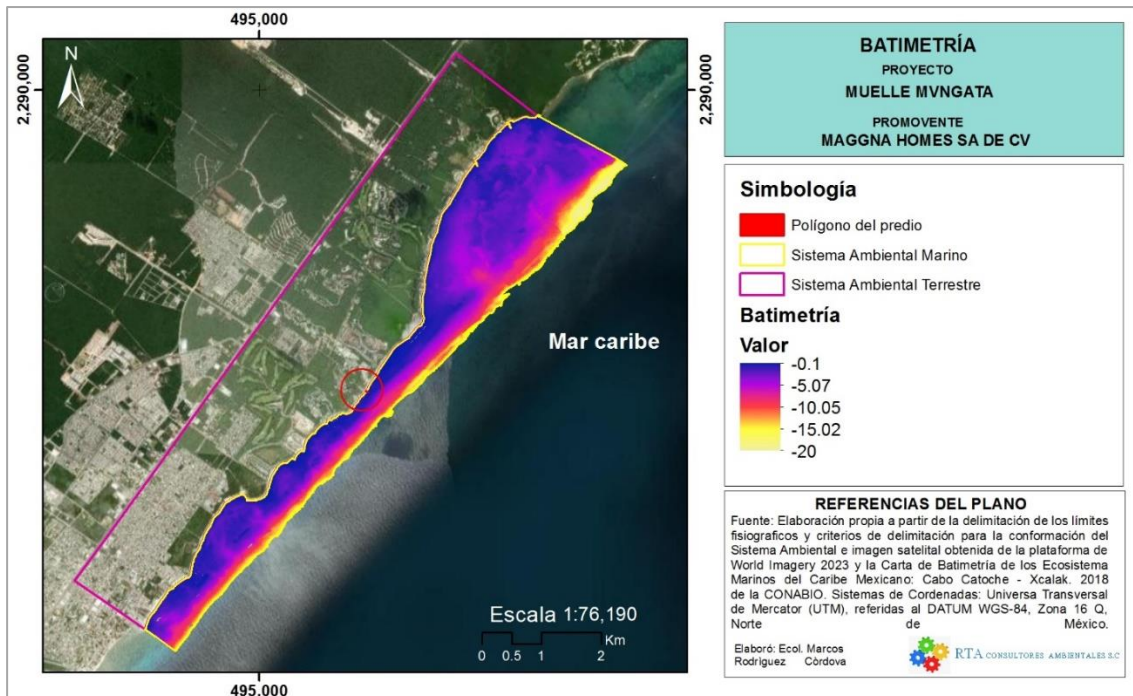


Figura 2. Se muestra batimetría del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

### 3.3 Batimetría del área de desplante del proyecto.

Del estudio hidrográfico realizado, usando el archivo Sort se obtuvo un nuevo archivo de contornos o isobatas, las cuales son curvas batimétricas de igual profundidad y son ampliamente usadas en cartas marinas para navegación y son útiles para calcular distancias y profundidades. El someramiento gradual a lo largo de la línea de costa se ve alterado por la presencia de la plataforma continental.

Ahora bien, de acuerdo a los datos obtenidos, se tiene que la batimetría del área de estudio, donde se pretende desplantar el proyecto Muelle MVNGATA, presenta variaciones en la elevación desde el nivel de playa. Teniendo que, a partir del arranque del muelle, se presentan elevaciones de -0.4 m y llegando a la parte más adentrada al mar, donde se forma la T, con una profundidad de -1.6 m. El muelle se desplantará sobre laja con macroalgas desde el arranque del mismo hasta donde termina.

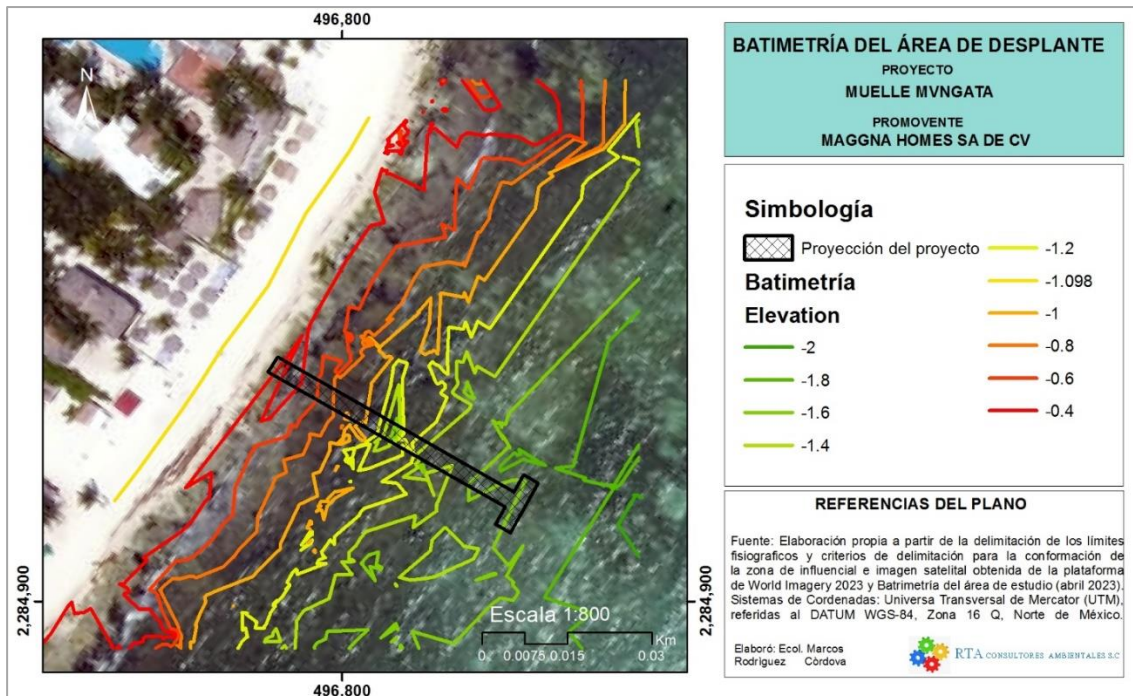


Figura 3. Se muestra batimetría de área de estudio, donde se pretende la ubicación del proyecto.

### 3.4 Medio Abiótico del SA Terrestre.

Partiendo del sistema de información geográfica integrado para el SA, se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes cartas temáticas publicadas por el INEGI, CONANP y la CONABIO, además de otros sistemas cartográficos elaborados por instituciones gubernamentales y privadas.

### 3.5 Medio Biótico del SA terrestre.

#### 3.5.1 Tipos de vegetación del SA.

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SA representa una superficie de 1,789.78 ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales y elementos antrópicos. A continuación, se hará una descripción de los componentes ambientales que conforman el SA terrestre, basándonos en la información cartográfica del INEGI, información bibliográfica y datos obtenidos de Estudios de Impacto Ambiental realizados en la zona y con autorización correspondiente.

Ahora bien, de acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI, la porción terrestre del SA está compuesta por seis unidades ambientales, empezando por las unidades con mayor cobertura dentro del SA, tenemos que los Asentamientos humanos copan el 58.86% del total del SA, le sigue la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con el 16.43%, posteriormente, la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con el 11.83%, la vegetación secundaria arbustiva de manglar ocupa el 7.10% mientras que el Manglar en buen estado de conservación, tan solo

el 3.31%, finalmente, la vegetación secundaria arbórea de manglar ocupa el 2.47% del total del SA.

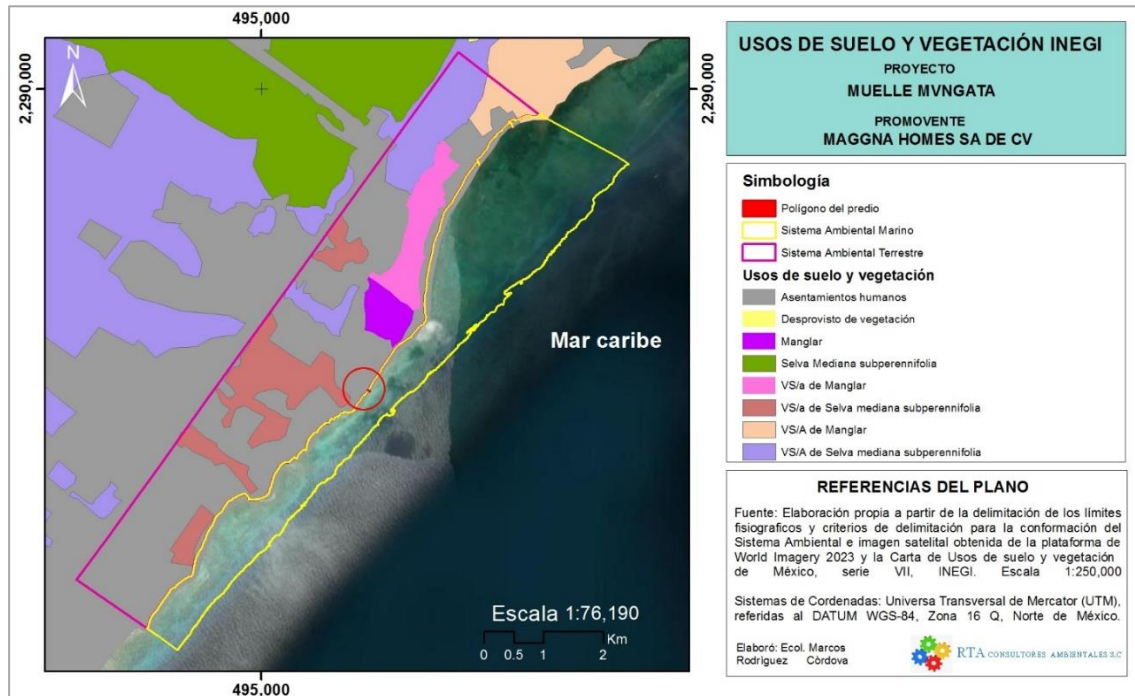


Figura 4. Se muestra los usos de suelo y vegetación del SA conforme a la carta del INEGI serie VII.

Cuadro 2. Se muestra la distribución de los usos de suelo conforme carta de vegetación y uso de suelo serie VII del INEGI.

Uso de suelo y vegetación	Superficie		
	m <sup>2</sup>	Ha	%
Asentamientos humanos	10,534,830.20	1,053.48	58.86
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	2,940,728.14	294.07	16.43
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	2,116,786.83	211.68	11.83
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	1,271,335.27	127.13	7.10
Manglar	592,354.98	59.24	3.31
Vegetación secundaria arbórea de manglar	441,733.09	44.17	2.47
<b>Total general</b>	<b>17,897,768.51</b>	<b>1,789.78</b>	<b>100</b>

### 3.5.2 Fauna registrada en el SA.

De acuerdo a las caracterizaciones de fauna realizadas en el SA definido para el proyecto, y reportadas en las Manifestaciones de Impacto Ambiental Modalidad Regional de los proyectos de rehabilitación costera de Mayacobá, Tres Ríos y Kanai realizadas en noviembre de 2010, y de acuerdo al reporte del proyecto del Hotel Grand Velas del 2008 y 2009, en el SA están registradas 233 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 51 órdenes, 90 familias y 187 géneros. Esta fauna la representan 13 especies de anfibios (5.6%), 50 especies de reptiles (21.4 %), 132 especies de aves (56.6%) y 38 especies de mamíferos (16.3 %). La relación porcentual entre las diferentes clases de vertebrados terrestres en el

municipio es similar a otras proporciones encontradas en diferentes sitios de la Riviera Maya con tipos de vegetación similares.

Cuadro 3. Composición taxonómica de la fauna de vertebrados registrados dentro del SA.

Clase	Orden	Familia	Genero	Especie	Porcentaje
Anfibios	1	5	11	13	5.6
Reptiles	3	17	39	50	21.4
Aves	18	49	106	132	56.6
Mamíferos	7	19	31	38	16.3
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>90</b>	<b>187</b>	<b>233</b>	<b>100</b>

Entre las especies registradas, destacan: a) *Mycteria americana* (cigüeña americana), b) *Tachycephalus venulosa* (rana lechosa), c) *Ctenosaura similis* (iguana), d) *Poecila velífera* (topote), e) *Basiliscus vittatus* (tolok), f) *Boa constrictor* (boa), g) *Crocodylus*

### 3.6 Medio Biótico del SA marino.

Como se ha mencionado, el SA en su porción marina cuenta con una superficie de 1,144.91 ha. Ahora bien, de acuerdo Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), el SA propuesto en la presente MIA-P forma parte del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano se localiza frente a la costa del Estado de Quintana Roo, en una región marina somera del arrecife mesoamericano mexicano formado por una cadena discontinua de arrecifes coralinos. Forma parte del arrecife transfronterizo más largo a nivel mundial, al extenderse por más de 1000 km frente a las costas de cuatro países caribeños. Este ecosistema alberga una biodiversidad de importancia para las comunidades costeras por los servicios ecosistémicos que de él se derivan, sin embargo, en la actualidad está amenazado por eventos naturales y antrópicos que ponen en riesgo su salud.

El relieve submarino del SA se encuentra formado principalmente por Primer nivel de terraza continental el cual representa el 75.05 % del relieve marino, le sigue el Segundo nivel de terraza con 18.81%, de piso lagunar se ocupa el 5.31%, la cresta arrecifal ocupa 0.69%, arrecife frontal con 0.10% y finalmente en menor proporción tenemos arrecife posterior entre la cresta arrecifal y el piso lagunar ocupando el 0.03% del SA. El segundo nivel de terraza continental se presenta después del primer nivel hacia el Este del SA marino. A continuación, se indica la superficie que ocupa el tipo de relieve dentro del SA.

Cuadro 4. Superficie que ocupa cada uno de los tipos de relieve dentro del SA marino.

Tipo de Relieve	superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Primer Nivel de Terraza	8,592,600.00	859.26	75.05
Segundo Nivel de Terraza	2,154,029.80	215.40	18.81
Piso Lagunar	608,100.00	60.81	5.31
Cresta Arrecifal	78,800.00	7.88	0.69
Arrecife Frontal	11,600.00	1.16	0.10
Arrecife Posterior	4,000.00	0.40	0.03
<b>Total</b>	<b>11,449,129.80</b>	<b>1,144.91</b>	<b>100.00</b>

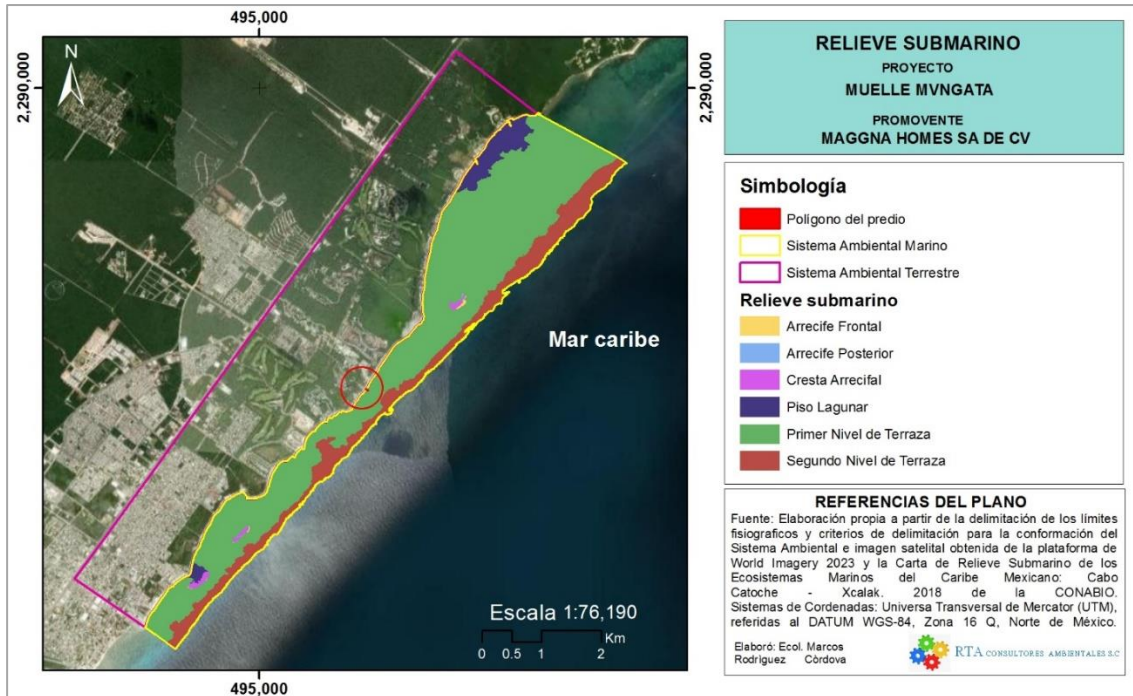


Figura 5. Se muestra el relieve submarino que presenta el SA de acuerdo con la CONABIO.

Ahora bien, la cobertura bentónica del SA de acuerdo con la CONABIO, se encuentra representada en su mayoría por macroalgas ocupando el 56.57% del SA marino, seguido de sedimentos con 29.13%, hacia el límite este se encuentra la mayor cobertura de pastos marinos, mismos que representan 7.05%, los octocorales se encuentran mejor representados hacia la parte central y el límite Este ocupando el 3.75%. La asociación de pastos marinos y macroalgas se encuentra hacia el límite Oeste en una proporción de 2.61%, en la parte central se encuentran Tocones y pedacería de coral en 0.51%. Finalmente, en menor proporción se encuentra la Estructura coralina con 0.24%, octocorales y corales con 0.14% y el arrecife rocoso con tan solo 0.02%.

Cuadro 5. Superficie que ocupan los tipos de cobertura bentónica del SA marino.

Cobertura Bentónica	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Macroalgas	6,476,279.23	647.63	56.57
Sedimentos	3,335,402.53	333.54	29.13
Comunidad de Pastos Marinos	807,173.25	80.72	7.05
Octocorales	429,152.57	42.92	3.75
Pastos Marinos y Macroalgas	298,338.22	29.83	2.61
Tocones y Pedacería de Coral	58,176.00	5.82	0.51
Estructura Coralina	27,264.00	2.73	0.24
Octocorales y Corales	15,488.00	1.55	0.14
Arrecife Rocosos	1,856.00	0.19	0.02
<b>Total</b>	<b>11,449,129.80</b>	<b>1,144.91</b>	<b>100.00</b>

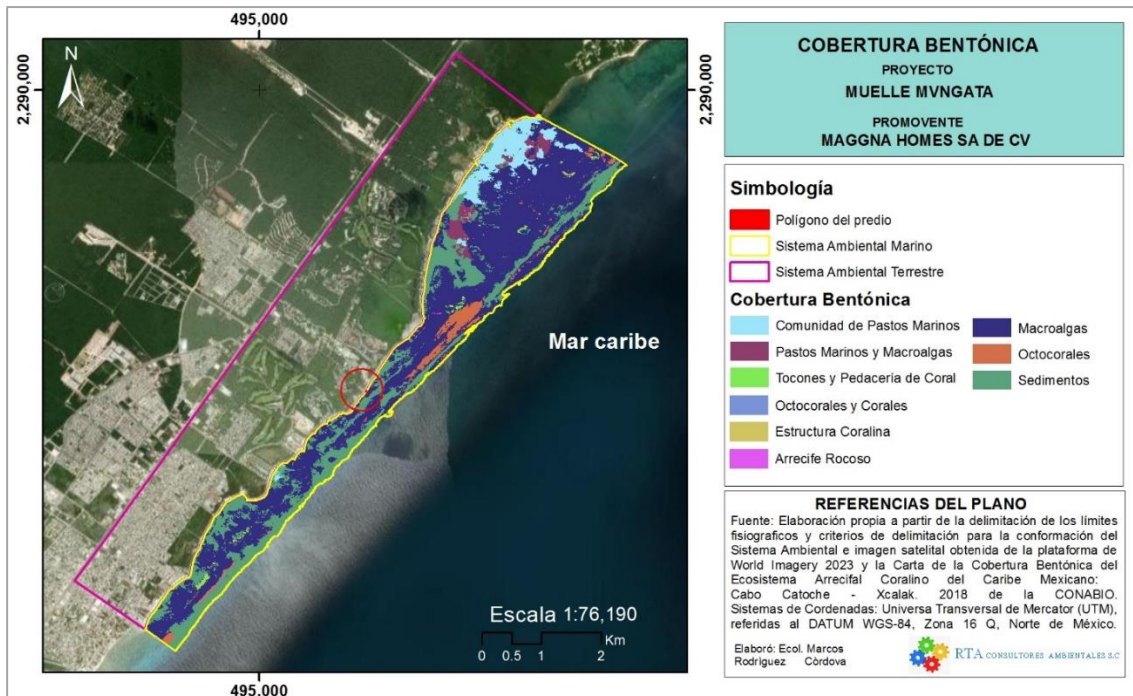


Figura 6. Se muestra la cobertura bentónica del SA marino de acuerdo con la CONABIO.

#### 4 CARACTERIZACIÓN MARINA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.

y zona federal marítimo terrestre colindante al predio marcado con la fracción I de la fracción IV del predio denominado Xcalacoco, de la localidad de Playa del Carmen. Para lo cual, de definió un área de 908,574.36 m<sup>2</sup> (90.86 Ha). En la siguiente imagen se muestra la delimitación de zona de influencia directa, la cual se definió de acuerdo a la dimensión del proyecto y las condiciones fisiográficas de la zona, tomando como referencia las salientes más próximas, y las estructuras como muelles y estructuras protectoras de playa. Sus límites quedaron comprendidos de la siguiente manera:

- Límite norte: saliente geográfica hacia el hotel Velas
- Límite sur: saliente geográfica Punta Xcalacoco.
- Limite oeste se tomó como limite la isobata de -20m de profundidad de acuerdo a la Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak CONABIO, (25/04/2017).
- Limite este, únicamente se consideró la línea de la pleamar.

Con base a la información consultada en la CONABIO, la información bibliográfica consultada y los estudios realizados en la zona por terceros, se procedió a realizar una prospección subacuática durante el mes de abril del presente, para corroborar en campo el tipo de sustrato y comunidad bentónica dominante con puntos referenciados geográficamente.

Para ello, se realizaron recorridos mediante remolque de un buzo en snorkel desde una embarcación a baja velocidad para reconocer el patrón de zonación general y definir los límites entre subzonas; y posteriormente se realizaron muestreos en 42 sitios puntuales distribuidos dentro del área de influencia directa, en donde se registró información como la



profundidad, tipo de ambiente, comunidad bentónica dominante, así como un levantamiento del listado de especies de los principales grupos taxonómicos con su referencia geográfica.

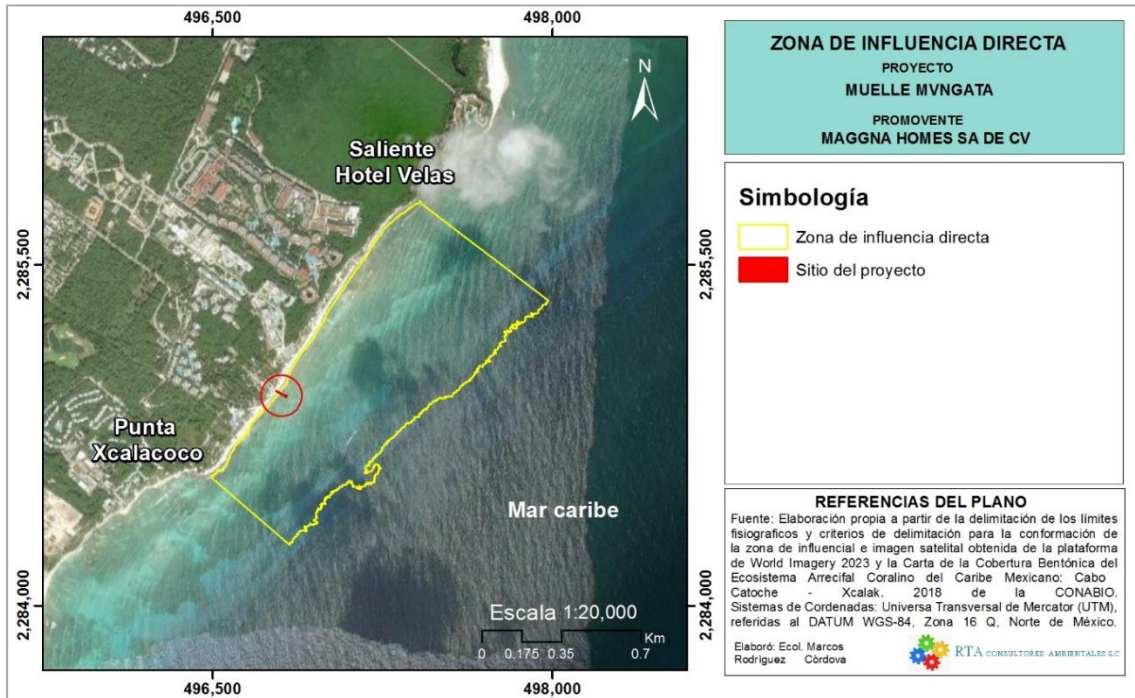


Figura 7. Se muestra la delimitación del área de influencia directa del proyecto.

Con esta información se realizó una definición de los ambientes presentes en el área de influencia, y se establecieron los límites de estos ambientes para generar el mapa que representa la estructura general de la biota marina en este lugar.

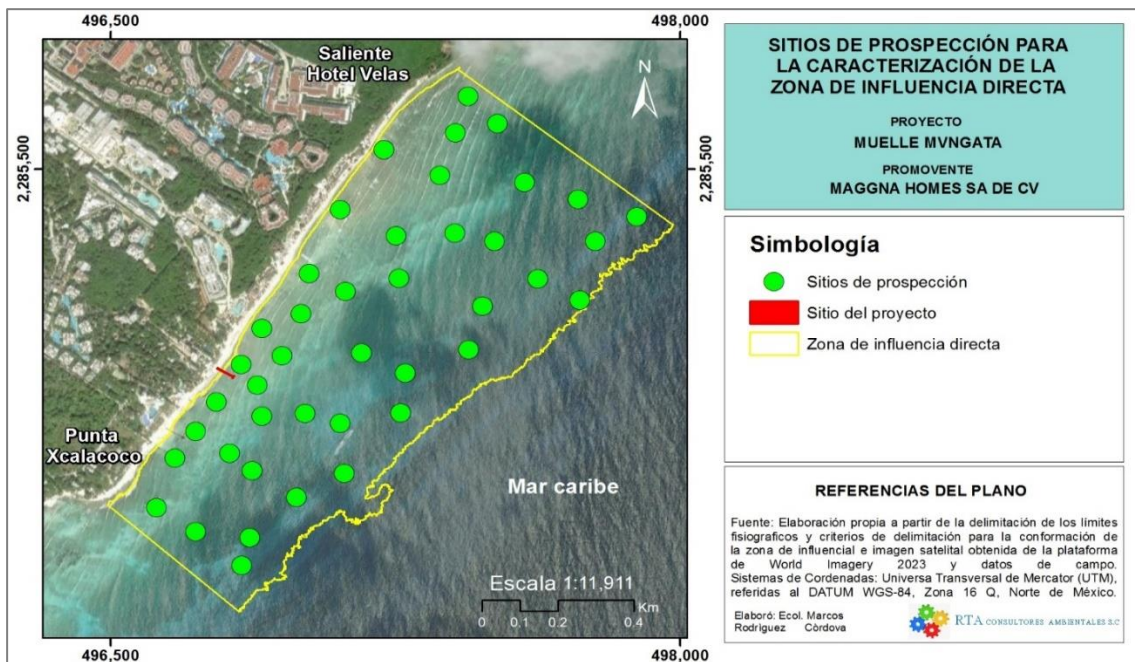


Figura 8. Sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro de área de influencia directa definida para el proyecto.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas de cada uno de los sitios muestreados.

Cuadro 6. Referencia geográfica de los sitios de prospección en campo para el registro de información del tipo de ambientes dentro del área de influencia directa definida para el proyecto.

Sitio	X	Y	Sitio	X	Y
1	497,276.15	2,284,932.25	22	497,259.86	2,285,195.53
2	497,263.15	2,284,822.25	23	496,990.15	2,284,586.25
3	497,442.68	2,284,998.00	24	496,724.15	2,284,491.25
4	496,814.15	2,284,709.25	25	496,873.15	2,284,661.25
5	497,479.06	2,285,119.50	26	497,012.15	2,284,820.25
6	497,518.93	2,285,626.31	27	497,104.17	2,284,793.21
7	497,116.02	2,284,654.40	28	497,161.15	2,284,988.25
8	496,844.87	2,284,397.47	29	496,670.22	2,284,696.31
9	497,441.56	2,285,702.70	30	496,723.57	2,284,770.54
10	497,885.20	2,285,366.82	31	496,898.56	2,285,057.24
11	497,251.99	2,285,314.72	32	496,779.46	2,284,852.65
12	496,866.15	2,284,475.25	33	496,898.97	2,284,813.47
13	496,622.00	2,284,558.70	34	496,887.15	2,284,899.25
14	497,408.18	2,285,600.09	35	496,843.65	2,284,956.24
15	497,730.46	2,285,415.81	36	496,952.15	2,284,980.25
16	497,735.15	2,285,136.25	37	497,001.15	2,285,097.25
17	497,624.15	2,285,195.25	38	497,023.01	2,285,210.37
18	497,510.15	2,285,299.25	39	497,118.26	2,285,160.10
19	497,406.15	2,285,321.25	40	497,104.15	2,285,387.25
20	497,590.15	2,285,462.25	41	497,367.50	2,285,482.05
21	497,219.15	2,285,554.25	42	497,776.55	2,285,298.75

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

- Escleractinios (Corales duros)
- Gorgonaceos (Corales blandos)
- Ictiofauna (Peces arrecifales)
- Esponjas
- Vegetación Marina (Macroalgas y pastos marinos)
- Invertebrados

Para tal fin se realizó un muestreo estratificado, tomando en cuenta la zonificación propuesta para los arrecifes de esa región (Gutiérrez, et al, 1993a y Padilla, et al., 1994), reconociendo la ausencia de algunas zonas estructurales en ciertos sitios. Esta variabilidad de la estructura del arrecife a lo largo del área de estudio genera diferencias en el perfil arrecifal y en la biota marina asociada, los cuales están relacionados con el tipo de ambiente que se reconoció para la zona.

Se reconocieron diferentes ambientes que se encuentran a lo largo del perfil batimétrico, definiendo 5 tipos de ambientes:

Cuadro 7. Patrón de zonación utilizado para la caracterización de la biota marina del área de estudio.

Ambiente marino	Abreviación
Laja con macroalgas	La
Laja con gorgonáceos	Lg
Arenal somero	As
Canal de arena	Ca
Estructuras artificiales	Ea

En base al resultado de la caracterización, se tiene que el área de influencia directa, se encuentra en un 40.21% cubierta por Laja con macroalgas, le sigue el ambiente marino Laja con gorgonáceos con un 29.40%, el Arenal somero representa el 15.69%, mientras que el canal de arena ocupa el 14.68%. dentro de los ambientes marinos del área de influencia directa, también se consideraron las estructuras de protección costera y los muelles existentes en la zona, ocupando estos una superficie de 0.04%.

Cuadro 8. Superficie por tipo de ambiente marino para el área de influencia directa delimitada para el proyecto.

Ambiente marino	Superficie		
	m <sup>2</sup>	Ha	%
Laja con macroalgas	365,303.48	36.53	40.21
Laja con gorgonáceos	267,078.27	26.71	29.40
Arenal somero	142,527.63	14.25	15.69
Canal de arena	133,340.23	13.33	14.68
Estructuras artificiales	324.74	0.03	0.04
<b>Total</b>	<b>908,574.36</b>	<b>90.86</b>	<b>100.00</b>

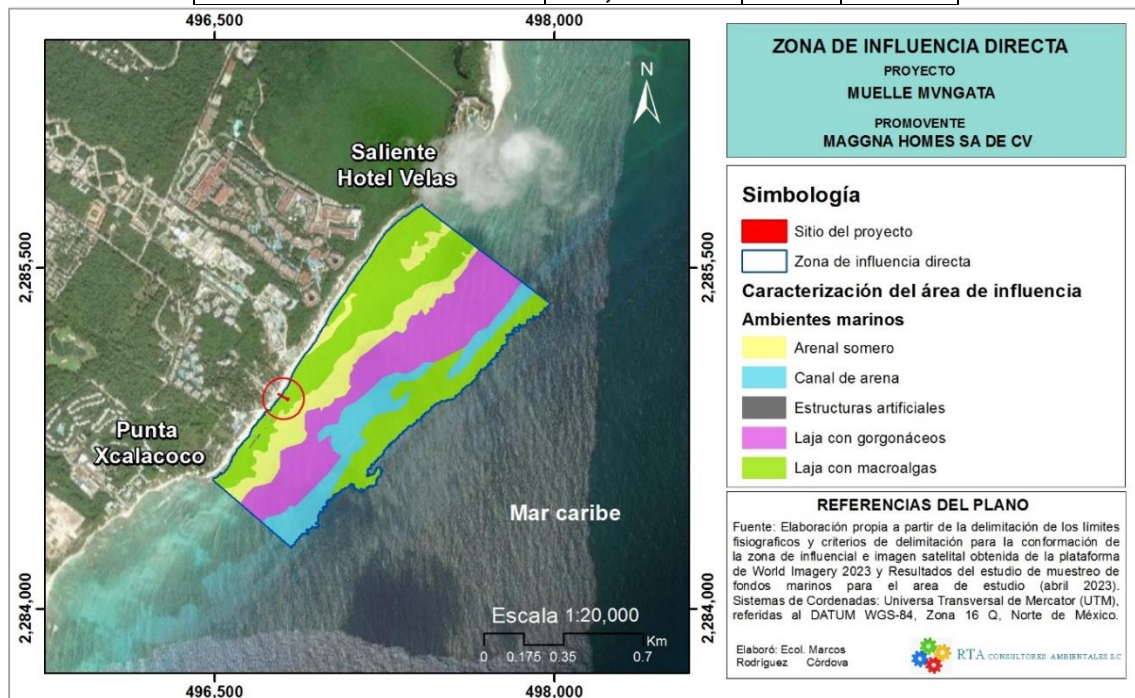

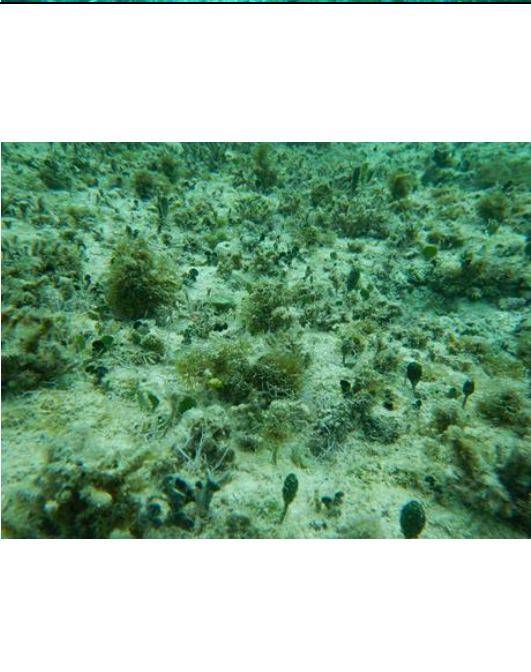



Figura 9. Se muestran los tipos de ambientes marinos del área de influencia indirecta del proyecto.

Ambiente del área de influencia indirecta	Imagen representativa
<p><b>Arenal somero:</b> Es un ambiente de poca profundidad cercano a la línea de costa representadas en franjas paralelas de norte a sur. El sustrato es arena fina principalmente, mezclada con arena media en algunos sitios. Para este sitio y la zona muestreada, la presencia de biota béntica es prácticamente nula.</p>	
<p><b>Laja con gorgonáceos:</b> Es un área extensa que se encuentra en la parte somera. Va desde los 6 hasta los 15 metros de profundidad. Se caracteriza por tener un sustrato de laja plana, de poca pendiente, en donde la comunidad bentónica dominante son los gorgonáceos. Se extiende de norte a sur en la parte central del polígono. En su parte más profunda, pegado al canal de arena, se forma un desnivel en donde empieza la laja, que en algunos sitios llega a tener hasta 1.5 metros de altura, principalmente hacia la parte Norte del polígono</p>	
<p><b>Laja con macroalgas:</b> se presenta dividido en 2 partes. Una franja amplia denominada Laja con macroalgas somera (La-s) que inicia casi desde la línea de costa y que se extiende hasta donde inicia el ambiente de arenal somero, y que va de 1 a 6 metros de profundidad. Este ambiente se caracteriza por un sustrato de laja plana con una capa fina de sedimentos, y que la comunidad bentónica dominante son las algas, las cuales se presentan en diferentes grados de abundancia, siendo más evidentes en las partes pegadas a la línea de costa, y con menor presencia hacia mar adentro.</p> <p>La segunda franja de este tipo de ambiente se denominó Laja con macroalgas profundo (La-p), se encuentra en la parte profunda del Arrecife Frontal, entre los 16 y 20 metros de profundidad. Se caracteriza por ser una laja plana sin relieve, con una alta cobertura de algas, y presencia de esponjas de diversos tipos principalmente masivas</p>	

Ambiente del área de influencia indirecta	Imagen representativa
<p><b>Canal de arena:</b> El canal de arena e forma en la parte profunda, y divide la Laja de gorgonaceos (Lg) de la laja de macroalgas profunda (La-p). Se encuentra entre 16 y 18 metros de profundidad. El sustrato es de arena fina, con muy poca presencia de comunidad bentónica.</p>	

En cuanto a la biota marina se registró un total de 16 especies de gorgonaceos, 25 especies de peces, 11 especies de esponjas, 31 especies de vegetación marina y 9 especies de invertebrados.

En el área de influencia directa se encuentran ubicadas las actuales estructuras de protección costera y un muelle, con que cuenta el Hotel The Fives Beach & Residence. Se encuentran instaladas sobre un ambiente de laja con macroalgas a una profundidad de 1.3 m, y llegan hasta el nivel de la superficie del mar.

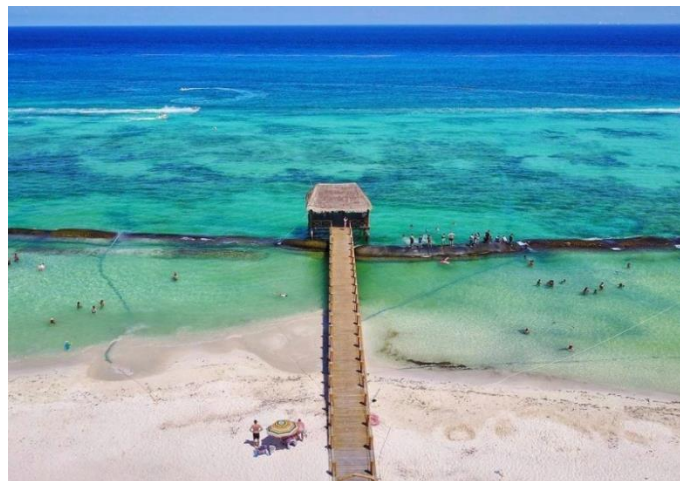


Figura 10. Se muestran las estructuras clasificadas como Estructuras artificiales (muelles y estructuras de protección costera) dentro de los ambientes marinos.

Estas estructuras se encuentran cubiertas principalmente de macroalgas, sobre todo en su parte superior que queda expuesta a la energía del oleaje, principalmente por algas verdes carnosas de la especie *Laurencia papillosa*, y el alga café *Padina* sp.

Estas estructuras parecen cumplir con el objetivo de reducir la fuerza con la que impacta el oleaje a la playa, pero no parecen ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles ya que el material textil se debilita y se desgarran con el tiempo. Sin embargo, se observó que por partes esta superficie está cubierta de coral de fuego y algas calcáreas, que le añaden mayor estabilidad a este sustrato. Del mismo modo también se observaron algunas colonias pequeñas de coral, de tamaños pequeños y dispersas en baja abundancia. Por otra

parte, el apilamiento de los bolsacretos también ha generado un micro-hábitat artificial para varios peces e invertebrados que encuentran refugio y alimento. En términos generales se observa mayor biota en el lado expuesto de las estructuras (Barlovento) en comparación con la biota que existe asociada al lado protegido de las mismas (Sotavento).



Parte expuesta o Barlovento



Parte protegida o Sotavento

Figura 11. **Arriba.** Vistas submarinas de las estructuras de protección costera existentes frente al Hotel The Fives Beach & Residence.

Sin embargo, los bolsacretos parecen no ser un sustrato estable para la fijación de organismos sésiles, ya que se apreció que el material textil se debilita y desgarrar después de cierto tiempo de haber estado sumergido en condiciones de turbulencia constante. Por otro lado, este tipo de material no ofrece una superficie calcárea que propicie el asentamiento de organismos, como pudieran ser corales escleractinios de otras especies.

Por otro lado, **el área programada para instalar el Muelle MVNGATA** objeto del presente estudio, corresponde al ambiente de Laja con macroalgas somero (La-s), caracterizado por una laja plana de poco relieve, cubierta por una capa de sedimento muy delgada, donde la comunidad biótica dominante son algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda* y *Rhipocephalus*. A lo largo de los recorridos se observaron algunos invertebrados y peces. Se observaron un total de 16 especies de invertebrados, pertenecientes a 11 géneros, 7 familias y 4 grupos taxonómicos; A continuación, se muestran imágenes representativas de las condiciones ambientales del sitio:





Figura 12. Vista de las condiciones biológicas del área donde se pretende desplantar el proyecto.

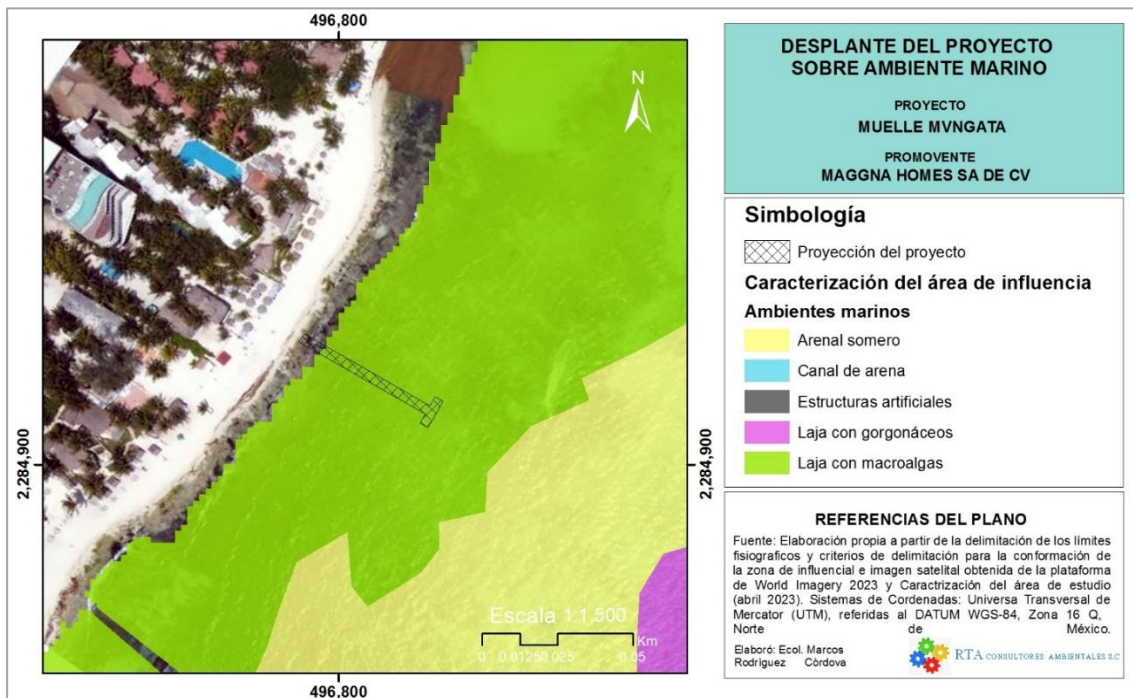


Figura 13. Se muestra el ambiente marino sobre el cual se pretende desplantar el proyecto, de acuerdo con la caracterización realizada en abril 2023 para este proyecto.

### 5.1. Especies en la NOM059-SEMARNAT-2010

Tanto en el área de influencia directa delimitada para el proyecto y en el área destinada para el desplante del proyecto, **no se registraron** especies enlistadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No obstante, para reafirmar el listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 reportadas para el SA (de acuerdo a bibliografía), se hizo un recorrido visual en la zona de la rompiente arrecifal reportada dentro del SA, ubicada a 1,860 m de la zona de desplante del proyecto y **fuera de la zona de influencia directa**, lo anterior, con la finalidad de reconocer especies dentro de alguna categoría de protección dentro del SA con posible

afectación por desarrollo del proyecto. Como resultado de este recorrido, se registró la presencia de 3 especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dos especies de coral, *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*; y una de gorgonáceos de la especie *Plexaura homomalla*, **esto en la rompiente arrecifal**.

Cuadro 9. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que están presentes en el SA del proyecto, fuera de la zona de desplante y área de influencia del proyecto.

Grupo taxonómico	Especie	Nivel de protección	Distribución dentro del SA
Corales duros (escleractinios)	<i>Acropora palmata</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
	<i>Acropora cervicornis</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal
Corales blandos (gorgonáceos)	<i>Plexaellura homomalla</i>	Protección especial	Rompiente arrecifal

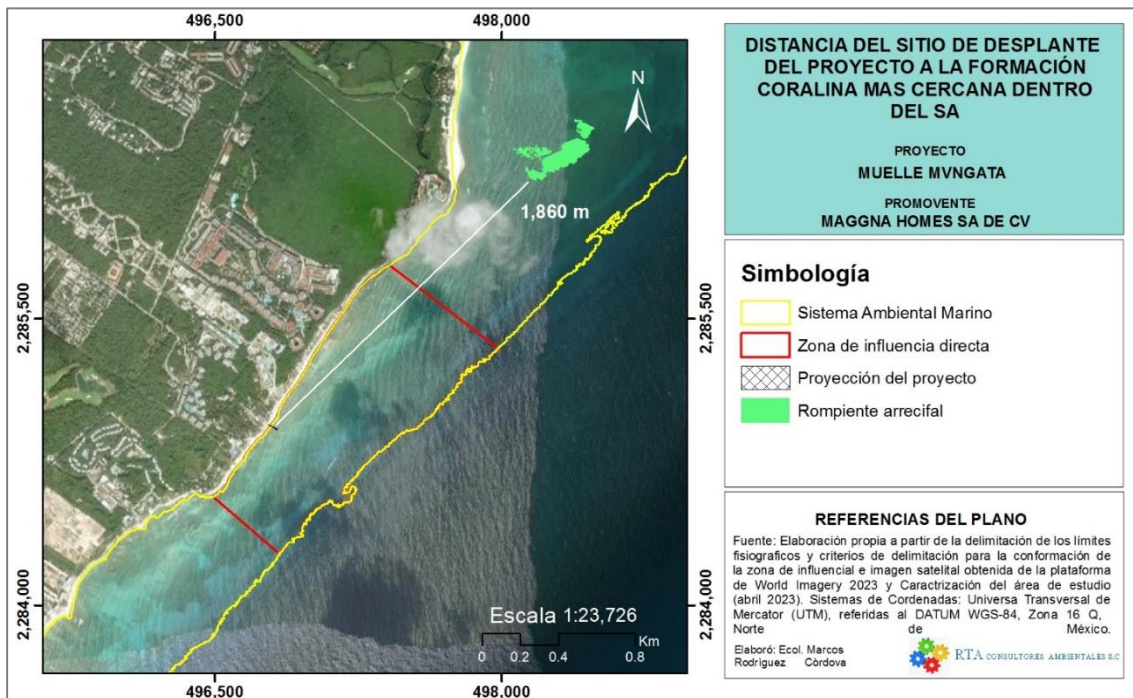


Figura 14. Se muestra la distancia del sitio donde se encontrará el proyecto a la formación coralina más cercana, donde se registraron especies en la NOM-59-SEMARNAT-2010.

El proyecto no afectará la capacidad de ninguno de los ecosistemas marinos del SA de modo que no comprometerá la supervivencia de ninguna de las especies reportadas con protección especial, ya que no habrá alteración de las funciones ni procesos que limiten o perturben la existencia de estas especies, al no existir una perturbación significativa de su hábitat, de su población, de su patrón de distribución, de su alimentación, reproducción y/o comportamiento como se comenta en los puntos anteriores.

### Caracterización del Área Terrestre.

Como área de estudio terrestre, se definió el frente costero del predio de la zona conocida como Mvngata Beach Hotel, esta área comprende la zona de la playa, abarcando una superficie total de 1,101.94 m<sup>2</sup>. El total de la superficie está ocupada por zona de playa.



## Metodología

El trabajo de campo de prospección en el sitio se llevó a cabo en abril de 2023 para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que carecen casi por completo de vegetación como la playa.

Se realizó un sobrevuelo con Drone marca Phantom 4 pro, para la obtención de una fotografía aérea conformada a través de un ortofotomosaico, el cual se obtuvo tras un proceso de análisis de 306 fotografías en el software Pix4D. Obteniendo como resultado: la calibración del 83%, es decir, 257 de 306 imágenes, con un grado de error en la georreferenciación de 3.44 cm, un área cubierta de sobrevuelo de 15.14 ha; obteniendo así un ortofotomosaico digital en formato TIFF.

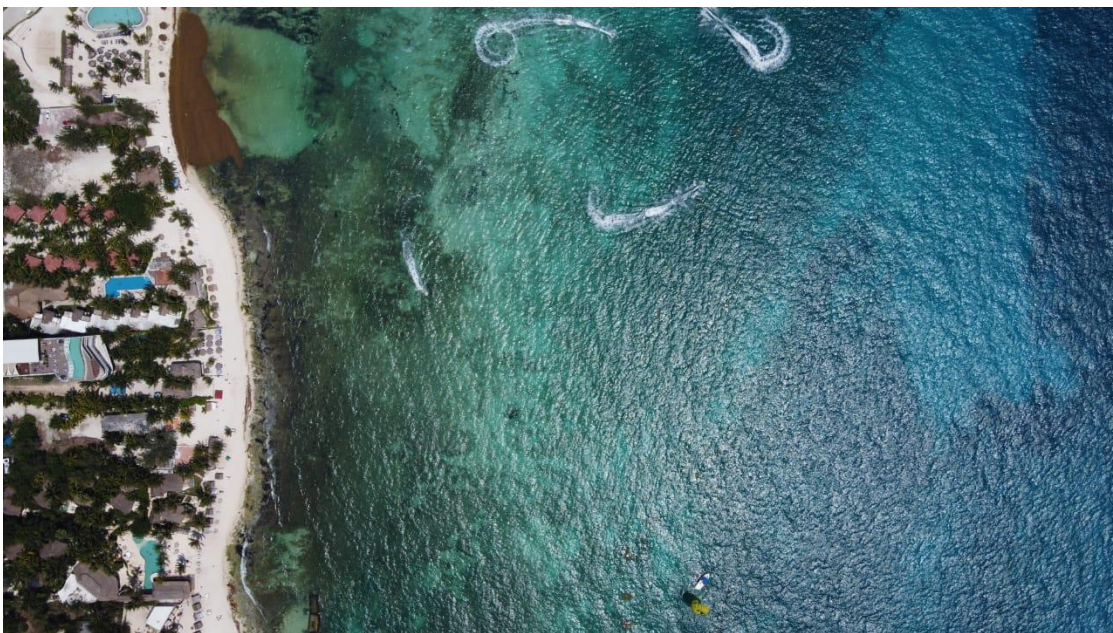


Figura 15. Se muestra el ortofotomosaico obtenido del post procesamiento.

Con base en el ortofotomosaico obtenido, se reconoció de manera preliminar el área de estudio terrestre misma que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos. Finalmente, para documentar el trabajo de campo y el registro de especies de flora y fauna, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber-shot de 10.1 mega pixeles y se hizo la clasificación taxonómica de las especies encontradas.

## Resultados

Durante los recorridos realizados en el área definida como área de estudio terrestre, únicamente se observaron especies de palma de coco (*Cocos nucifera*), de entre 5 y 8 m de altura, propias del Club de playa que se encuentra a pie de playa de la zona de estudio. Las palmas observadas se encuentran en buenas condiciones fitosanitarias y de crecimiento, de ahí en fuera, el área de playa se encuentra desprovista de vegetación, tal como se puede apreciar en las imágenes.



Figura 16. Se muestra el club de playa y las palmeras que se encuentran en la zona muestreada.

Resulta importante mencionar que la zona de playa tampoco presenta elevaciones topográficas que refieran a una Duna o fragmentos de conformación de la misma, así como tampoco no hay vegetación de este tipo de ecosistemas.

#### **Condiciones de la zona terrestre del arranque del muelle.**

La parte terrestre donde se pretende colocar el arranque se muelle, ha estado sujeta a procesos erosivos principalmente por fenómenos hidrometeorológicos desde hace mucho tiempo. Esta condición ha generado la pérdida de la duna costera, hasta llegar a exponer la roca. Desde una perspectiva simple, la zona se observa como un litoral con arena y rocas expuestas producto presumiblemente de los procesos erosivos que han acontecido en la zona.



Figura 17. Se muestra el área de arranque del muelle.

#### **4. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Con esta matriz se identificaron 50 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 44 son adversas y 6 son benéficas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Actividades de rescate de biota marina	Instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Hincado de pilotes	Construcción del muelle	Operación del muelle	Mantenimiento	
Aire					A	A	A	A	4
Suelo	A			A					2
Agua	A			A					2
Fondo marino					A		A	A	3
Agua	A			A	A	A	A	A	6
Biota marina	A	B		A	A		B	A	6
Residuos	A		A	A		A	A	A	6
Transporte y tránsito	A	A	A	A	A	A		A	7
Salud humana	A			A	A	A	A	A	6
Economía	B			B			B	B	4
Paisaje			A		A	A		A	4
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>50</b>

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 11. Matriz de identificación de impactos ambientales.

FACTORES	IMPACTOS	ETAPAS								TOTAL	
		PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		Positivos	Negativos
		Presencia de personal	Actividades de rescate de biota marina	Instalación de obras provisionales.	Presencia de personal	Hincado de pilotes	Construcción del muelle	Operación del muelle	Mantenimiento		
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.					1	1		1	0	3
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1			1		1		1	0	4
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1			1		1		1	0	4
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos					1	1		1	0	3
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1			1	1	1		1	0	5
	Modificación de la corriente litoral						1	1		0	2
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	1	1		1	1	1	1	1	2	5
	Generación de hábitats							1	1	1	1
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	1		1	1		1		1	0	5
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1			1				1	0	3
Economía	Generación de Empleos		1	1		1	1		1	5	0
	Derrama económica por la afluencia de turistas							1	1	2	0
Paisaje	Modificación del paisaje	1		1	1		1		1	0	5
<b>Total de impactos por etapa</b>		<b>15</b>			<b>25</b>			<b>18</b>		<b>58</b>	

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 58 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 48 son adversos y 10 benéficos. A continuación, se describe en que consiste el proyecto y se describirán los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en forma de T, soportado por 58 pilotes hincados también de madera dura de la región, que estarán directamente en el fondo marino sin ningún tipo de cimentación alguna. El arranque del muelle se ubicará en la zona de playa, en el límite de la pleamar y la zona marina, esto permitirá que la parte firme de tierra, es decir, la zona de playa se encuentre libre para que no afecte el libre tránsito de la zona.

El muelle tiene como propósito proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios. El muelle, no tiene propósito para el uso de ningún tipo de embarcaciones. Cabe mencionar que la sección del muelle donde se forma la "T", presentara un desnivel de tal forma que esta, se encontrara a ras del espejo de agua, para facilitar a los usuarios, el acceso seguro al mar.

También se menciona, que el muelle no contara con instalaciones de energía eléctrica o instalaciones hidráulicas, pero sin contar con las señalizaciones correspondientes que indica la capitanía de puerto para el uso y operación de muelles.

Respecto de la superficie de aprovechamiento que se requiere para la construcción del muelle, se tiene que los 58 pilotes con un diámetro de 25 centímetros que ocuparan una superficie de 2.842 m<sup>2</sup>, mismas que si bien, los pilotes estarán en su totalidad en el área marina, de acuerdo con la delimitación oficial de la Zona Federal Marítimo Terrestre, de la superficie de aprovechamiento de los pilotes 0.294 m<sup>2</sup> se encuentra dentro del bien federal y la diferencia, es decir, 2.548 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

La pasalera o plataforma de madera, ocupará una superficie total de 173.69 m<sup>2</sup> de los cuales, 16.20 m<sup>2</sup> se encuentran dentro de Zona Federal Marítimo Terrestre y una superficie de 157.49 m<sup>2</sup> se encuentra en el mar.

### **Impactos durante la etapa de preparación del sitio.**

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 15 impactos de los cuales, 12 resultaron negativos y 3 positivos, estos últimos refieren a las actividades de rescate de la biota marina, la generación de empleo tanto para trabajar en el proyecto como para realizar las actividades de rescate.

Los impactos que negativos pudieran generarse en esta etapa están relacionados principalmente por la afectación a los ambientes marinos, y a la biota marina, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, corales, moluscos, y esponjas que llegarán a encontrar dentro del área de desplante del proyecto al momento de comenzar las actividades. En la zona terrestre donde va el arranque de muelle no se tiene el registro de organismos de flora y fauna que puedan ser afectados.

En caso de ser necesario realizar actividades de rescate de organismos bentónicos, estas se realizarán conforme a las acciones propuestas en el Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P. Es importante mencionar que en la zona de construcción del muelle no existen pastizales o algas, u otro tipo de vegetación que pudieran verse afectados, por lo que no se prevén acciones para el rescate de vegetación marina.

Otros impactos adversos pero de carácter temporal, consisten en la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores que participen en el proceso constructivo del muelle. No obstante, para evitar la afectación y contaminación del área, se aplicarán las acciones propuestas en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P.

### **Impactos durante la etapa de construcción**

En esta etapa se contabilizaron 22 interacciones de impactos, de los cuales 20 son considerados como negativos y 2 impactos como positivos. Con relación a los impactos negativos que se identificaron en la etapa de preparación de sitio, en esta etapa de construcción, son mayores, debido a que es la etapa donde se realizar más actividades y se materializa el proyecto.

Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados principalmente por el hincado de los pilotes, el cual se realizará utilizando una bomba a presión. Esta actividad dará origen a la dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades coralinas y bentónicas presentes en la zona de influencia del proyecto. Adicionalmente, durante el armado del muelle, se generaran residuos sólidos tales como restos de madera, alambres y clavos; así como también se generaran residuos de alimentos, PET, Aluminio, entre otros, por la presencia de personal que pudieran caerse en la plataforma del muelle ya conformada pero también en el agua y depositarse en el fondo marino.

Considerando que durante el proceso constructivo del muelle se realizará el manejo de combustible para la operación de la motosierra y la planta generadora de energía, se prevé la generación de residuos peligrosos, tales como estopas impregnadas de hidrocarburos.

En las actividades de construcción del muelle, se anticipa la generación y emisión de partículas contaminantes por la combustión de motosierras y por la planta generadora

de electricidad, así como la generación de ruido. No obstante, el proyecto al estar en un área abierta, las emisiones y el ruido generado se disiparán fácilmente.

En cuanto al impacto benéfico que el proyecto tendrá, será sobre la economía de la localidad por la generación de empleos.

### **Impactos en la etapa de operación del proyecto**

En esta etapa se determinaron 18 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 5 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con el manejo inadecuado de los residuos sólidos, de manejo especial o peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento del muelle.

De la misma forma, se considera que durante esta etapa se podría afectar el fondo marino durante las actividades de mantenimiento. Asimismo, en esta etapa se remplazarán aquellas partes de madera que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse, lo cual podría generar la dispersión de sedimentos.

De la misma forma, se considera un impacto relacionado con la modificación de las corrientes por la presencia del muelle. También las personas estarán expuestas a riesgos de trabajo y condiciones a la salud.

Los impactos benéficos que se darán en la etapa de operación, están relacionados con la generación de un nuevo hábitat para los organismos bentónicos y organismos arrecifales que colonicen los pilotes, así como la generación de empleos en las actividades de mantenimiento y la derrama económica de turistas que visiten la zona, pues el muelle tiene como objetivo proporcionar a los turistas de la zona, un acceso seguro al área marina para que realicen sus actividades recreativas de nado y relajación; ya que los primeros metros del mar, presenta un litoral rocoso que eventual mente genera lesiones como cortaduras y golpes a los usuarios.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 12. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

FACTORES	IMPACTOS	Signo	IMPACTOS										
			Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	3	1	1	2	2	1	1	1	12	0.25	D
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	3	3	3	3	1	1	1	16	0.50	NS
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	3	3	3	3	1	1	1	16	0.50	NS
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos	N	3	3	1	2	3	1	3	3	19	0.69	S
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	3	1	3	2	1	1	1	1	13	0.31	D
	Modificación de la corriente litoral	N	3	1	1	3	3	1	1	1	14	0.38	NS
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	N	1	1	3	2	2	1	3	3	16	0.50	NS
	Generación de hábitats	P	1	3	3	3	-	1	3	-	14	0.38	NS
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	N	3	3	1	3	3	3	1	1	18	0.63	NS
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	1	3	1	3	3	1	1	1	14	0.38	NS
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	3	1	1	2	2	3	3	1	16	0.50	NS
Economía	Generación de Empleos	P	1	3	1	3	-	1	1	-	10	0.13	D
	Derrama económica por la afluencia de turistas	P	3	3	1	3	-	1	1	-	12	0.25	D
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

(-) Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos



Cuadro 13. Matriz de Jerarquización.

FACTORES	IMPACTOS	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	0.25	D
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	0.50	NS
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	0.50	NS
Fondo marino	Afectación a los ambientes marinos	N	0.69	S
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	0.31	D
	Modificación de la corriente litoral	N	0.38	NS
Biota marina	Pérdida de organismos bentónicos	N	0.50	NS
	Generación de hábitats	P	0.38	NS
Residuos	Generación de RSU, ME y RP	N	0.63	NS
Transporte y tránsito	Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	0.38	NS
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	0.50	NS
Economía	Generación de Empleos	P	0.13	D
	Derrama económica por la afluencia de turistas	P	0.25	D
Paisaje	Modificación del paisaje	N	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D).

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
<b>Significativo (S)</b>	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
<b>No significativo (NS)</b>	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
<b>Despreciables (D)</b>	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 14 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del "MUELLE MVNGATA".

De los 14 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 11 son negativos y 3 son positivos.

A continuación, se describen los impactos de acuerdo a los atributos utilizados para su valoración

- **Consecuencia**

En cuanto al efecto, de la totalidad de impactos negativos y positivos, 8 impactos se calificaron como directos y 6 como indirectos, es decir, que el 57.14 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 42.85 % tienen efectos secundarios y terciarios.

Los impactos directos están relacionados con:

IMPACTOS	Consecuencia (C)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos son:

IMPACTOS	Consecuencia (C)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Pérdida de organismos bentónicos	1
Generación de hábitats	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1

- **Acumulativos.**

De la totalidad de los impactos, 9 (64.28 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en el ambiente, incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.

Los impactos que se consideraron como acumulativos se enlistan en el siguiente cuadro:

IMPACTOS	Acumulación (A)
----------	-----------------

Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Generación de hábitats	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Generación de Empleos	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Se consideraron 5 impactos como simples, estos representan el 35.71% del total de posibles impactos a generar, dado que se consideró que este se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos. Estos impactos corresponden a:

IMPACTOS	Acumulación (A)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Pérdida de organismos bentónicos	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1

- **Sinergia.**

En lo que se refiere a la sinergia, 5 (35.71%) porque se consideró que estos se producen cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.

Los Impactos sinérgicos son:

IMPACTOS	Sinergia (S)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Generación de hábitats	3

Los que se clasificaron como no sinérgicos fueron, es decir, el 64.28% y se considera que el efecto de estos impactos no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Los Impactos no sinérgicos están relacionados con:

IMPACTOS	Sinergia (S)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Afectación a los ambientes marinos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1
Modificación del paisaje	1

- **Momento, periodicidad y permanencia**

En cuanto al momento o tiempo, el 64.28% (9) de los impactos se realizarán en un largo plazo; el resto, es decir 5 (35.72%) se consideró a mediano plazo, pues su efecto durara solo en la etapa de preparación y construcción de proyecto.

Los Impactos considerados a largo plazo son:

IMPACTOS	Momento o tiempo (T)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de hábitats	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Generación de Empleos	3
Derrama económica por la afluencia de turistas	3
Modificación del paisaje	3

Los Impactos a mediano plazo se consideran:

IMPACTOS	Momento o tiempo (T)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	2
Afectación a los ambientes marinos	2
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	2
Pérdida de organismos bentónicos	2
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	2

- **Reversibilidad del impacto**

El 50%, es decir 7 de los impactos negativos se evaluaron como reversibles en un periodo prolongado, considerando que el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.

Mientras que, 3 de los impactos, que representan el 21.42%, se consideran como reversibles a corto plazo debido a que se consideró que la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.

Solo un impacto 1 (7.14%) se consideró reversible a mediano plazo, pues se infiere que el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años, esto debido a las características y obras que propone el proyecto.

Es importante mencionar que los 3 impactos restantes, son impactos positivos y de acuerdo a la metodología empleada, estos no se consideran en la evaluación de este atributo.

Los impactos **irreversibles o reversibles a largo plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	3
Afectación a los ambientes marinos	3
Modificación de la corriente litoral	3
Generación de RSU, ME y RP	3
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	3
Modificación del paisaje	3

Los impactos **reversibles a mediano plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	2
Pérdida de organismos bentónicos	2
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	2

Los impactos **reversibles a corto plazo** están relacionados con:

IMPACTOS	Reversibilidad (Rv)
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1

- **Periodicidad**

En cuanto a la periodicidad, del total de impactos, 12 (85.71%) se han considerado con aparición irregular, es decir, cuando el efecto ocurre de manera ocasional.

Los **Impactos ocasionales** son:

IMPACTOS	Periodicidad (Pi)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1

Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Afectación a los ambientes marinos	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Pérdida de organismos bentónicos	1
Generación de hábitats	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1
Modificación del paisaje	1

Los restantes 2 impactos, es decir el 14.28% de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con:

IMPACTOS	Periodicidad (Pi)
Generación de RSU, ME y RP	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3

- **Permanencia**

Para el caso de la permanencia, 9 (64.28%) impactos se consideraron temporales, ya que el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo, mientras que los 5 impactos restantes (35.72%) se consideraron permanentes debido a que el efecto se mantiene al paso del tiempo.

Los impactos **temporales** están relacionados con:

IMPACTOS	Permanencia (Pm)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Generación de Empleos	1
Derrama económica por la afluencia de turistas	1

Los impactos **permanentes** están relacionados con:

IMPACTOS	Permanencia (Pm)
Afectación a los ambientes marinos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Generación de hábitats	3
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	3
Modificación del paisaje	3

- **Recuperabilidad.**

El 57.14% de los impactos, es decir 8 de ellos se consideraron recuperables, ya que se infiere que el componente afectado podría volver a contar con sus características. Por otro lado, el 42.86% o 6 de ellos se consideraron irrecuperables ya que al provocarse se tendría un efecto residual.

Es importante mencionar que, de acuerdo a la metodología empleada, para este atributo no se consideran los impactos positivos.

Los Impactos considerados **recuperables** son:

IMPACTOS	Recuperabilidad (Ri)
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	1
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	1
Modificación de la corriente litoral	1
Generación de RSU, ME y RP	1
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	1
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	1

Los impactos **irrecuperables** están relacionados con:

IMPACTOS	Recuperabilidad (Ri)
Afectación a los ambientes marinos	3
Pérdida de organismos bentónicos	3
Modificación del paisaje	3

- **Índice de incidencia y significancia.**

Ahora bien, con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos, 11 fueron impactos negativos; de estos, 2 fueron significativos, 8 fueron no significativos y 4 despreciables. Los impactos positivos fueron 3 y de estos 2 se calificaron como despreciables y 1 como no significativo.

Los impactos negativos **Significativos** fueron:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Afectación a los ambientes marinos	N	S
Modificación del paisaje	N	S

Los impactos negativos **No significativos** corresponden a:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	NS
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	NS
Modificación de la corriente litoral	N	NS

Pérdida de organismos bentónicos	N	NS
Generación de hábitats	P	NS
Generación de RSU, ME y RP	N	NS
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	NS
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	NS

Los impactos negativos **Despreciables** fueron:

IMPACTOS	Signo	Significancia
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	D
Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	D
Generación de Empleos	P	D
Derrama económica por la afluencia de turistas	P	D

En el caso de los **impactos positivos**, son los siguientes.

IMPACTOS	Signo	Significancia
Generación de hábitats	P	NS
Generación de Empleos	P	D
Derrama económica por la afluencia de turistas	P	D

#### **4.2.1 Impactos residuales**

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos.

La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 14. Capacidad de recuperación de los impactos.

IMPACTOS	Signo	Recuperabilidad (Ri)	
		Recuperable	Irrecuperable
Alteraciones a la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.	N	1	
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	
Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	
Afectación a los ambientes marinos	N		3



Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	1	
Modificación de la corriente litoral	N	1	
Pérdida de organismos bentónicos	N		3
Generación de RSU, ME y RP	N	1	
Aumento del flujo vehicular y tránsito de personas	N	1	
Exposición a personas a riesgos de trabajo y condiciones de salud	N	1	
Modificación del paisaje	N		3

Del total de impactos residuales identificados en el cuadro anterior, 11 se consideraron recuperables y 3 irrecuperables, por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

Los impactos residuales que se han considerado como residuales están relacionados con la Afectación al fondo marino, ya que se modificará el fondo marino donde sean hincados los pilotes. De la misma forma, el impacto de la modificación del paisaje será permanente.

El impacto recuperable está relacionado con la afectación a organismos de biota marina, ya que se considera el rescate y reubicación de los organismos que sean registrados en el sitio de desplante del muelle.