

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
  
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0242/01/17.
  
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el domicilio particular y el número de teléfono celular del promovente como persona física, en páginas 8 y 9.
  
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
  
- V. **Firma del titular:**   
C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar, Delegado Federal en Quintana Roo
  
- VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **57/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **10 de abril de 2018**.

# **CAPÍTULO I**

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

## INDICE

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
1.1.	NOMBRE DEL PROYECTO .....	3
1.2.	DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO .....	3
1.2.1.	Sector: .....	3
1.2.2.	Subsector: .....	3
1.2.3.	Tipo de proyecto: .....	3
1.3.	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PROYECTO .....	3
1.4.	ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD .....	3
1.5.	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.5.1.	Entidad federativa:.....	3
1.5.2.	Municipio o delegación: .....	3
1.5.3.	Localidad:.....	3
1.5.4.	Coordenadas geográficas: .....	3
1.6.	NATURALEZA DEL PROYECTO.....	8
<b>2.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....</b>	<b>8</b>
2.1.	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	8
2.2.	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC).....	8
2.3.	ESCRITURA DE PROPIEDAD DEL PREDIO.....	8
2.4.	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.....	9
2.4.1.	Código postal .....	9
2.4.2.	Entidad federativa .....	9
2.4.3.	Municipio o delegación .....	9
2.4.4.	Teléfono(s):.....	9
<b>3.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P. ....</b>	<b>9</b>
3.1.	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....	9
3.2.	REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP:.....	9
3.3.	NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO .....	9
3.4.	DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.....	9

## 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

### 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

“MUELLE PV8”

### 1.2. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

**1.2.1. Sector:** Turismo.

**1.2.2. Subsector:** Turístico

**1.2.3. Tipo de proyecto:** Infraestructura Turística.

### 1.3. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PROYECTO.

100 años de los cuales se requieren 2 años para la gestión de los permisos, licencias y autorizaciones, así como para la etapa de preparación del sitio y construcción, y 98 años para etapa de operación y mantenimiento.

### 1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD.

No se requiere.

### 1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El muelle se ubicará en la Zona Marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante con Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

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

**1.5.2. Municipio o delegación:** Benito Juárez

**1.5.3. Localidad:** Cancún

**1.5.4. Coordenadas geográficas:**

En el cuadro 1, se presentan las coordenadas del polígono donde se construirá el muelle, mismas que incluyen la parte marina y el arranque del muelle. Las coordenadas se expresan en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercador), referidas al DATUM WGS-84, Zona 16Q, Norte de México.

Cuadro 1. Coordenadas del polígono donde se ubicará el muelle.

Vértice	X	Y
1	523,107.770	2,338,274.782
2	523,109.411	2,338,274.679
3	523,108.384	2,338,258.370
4	523,108.086	2,338,258.389
5	523,107.723	2,338,252.621
6	523,110.706	2,338,252.433
7	523,111.069	2,338,258.201

<b>8</b>	523,110.771	2,338,258.220
<b>9</b>	523,111.798	2,338,274.529
<b>10</b>	523,113.439	2,338,274.425
<b>11</b>	523,113.664	2,338,278.005
<b>12</b>	523,107.996	2,338,278.362

Es importante mencionar, que el predio colindante al sitio del proyecto es propiedad de la C. María Carolina Merino Espinosa, conforme a lo estipulado en la Escritura Pública número 54,920, Volumen 1,399 de fecha 3 de mayo de 2003, pasada ante la fe del Lic. Fernando Enrique Chuc González, actuando como notario auxiliar de la Notaría Pública Número 3 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo.

Cuadro 2. Coordenadas del predio Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la zona hotelera de la ciudad de Cancún.

<b>Vértice</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	523,082.746	2,338,245.380
<b>2</b>	523,084.896	2,338,245.508
<b>3</b>	523,086.671	2,338,245.539
<b>4</b>	523,089.295	2,338,245.585
<b>5</b>	523,103.140	2,338,245.932
<b>6</b>	523,110.003	2,338,245.998
<b>7</b>	523,111.000	2,338,246.000
<b>8</b>	523,103.111	2,338,192.983
<b>9</b>	523,083.000	2,338,195.000
<b>10</b>	523,082.746	2,338,245.380



Figura 1. Localización del proyecto.

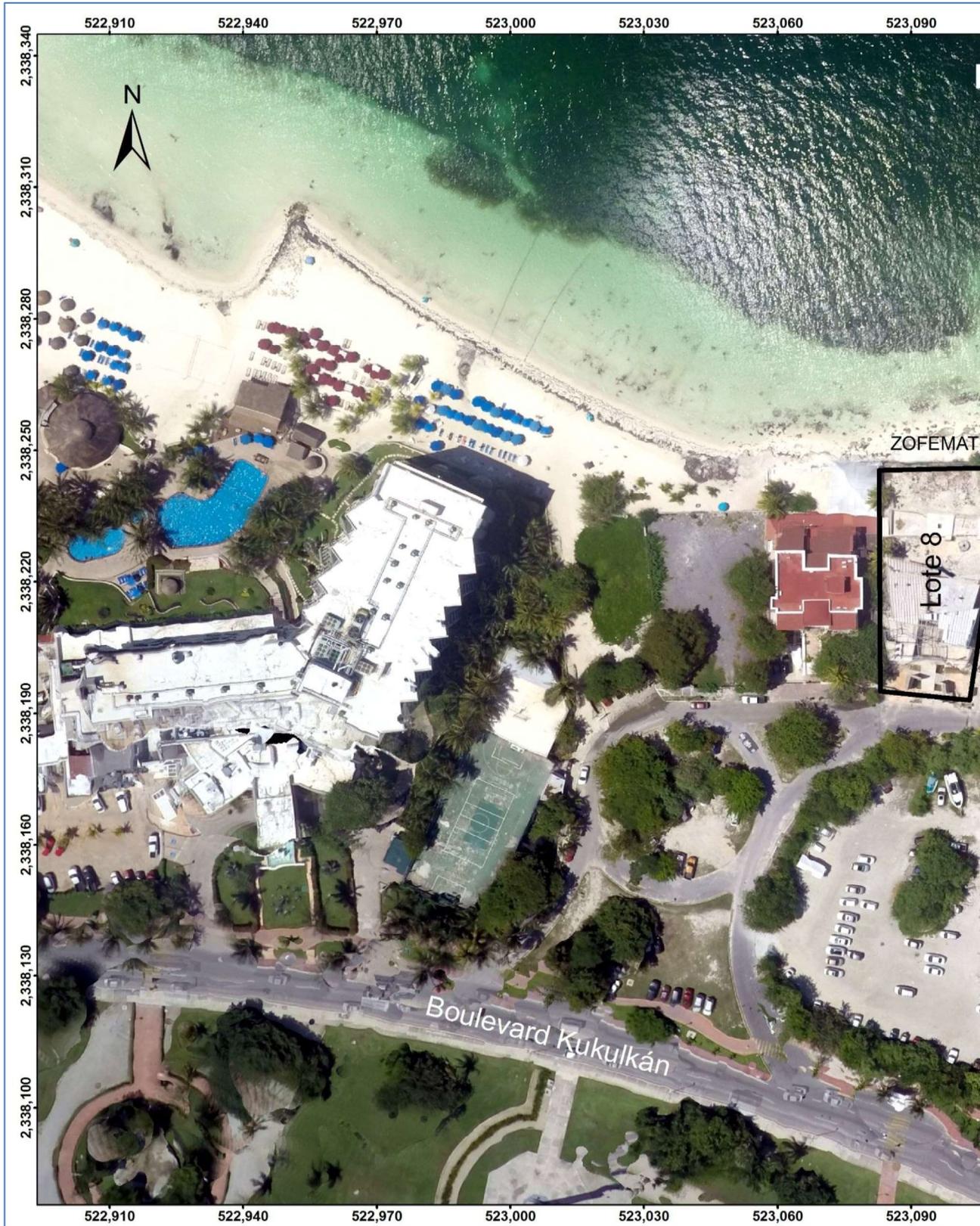


Figura 2. Se muestra la localización del muelle en su ámbito espacial, así como la ubicación del Lote 8. Benito Juárez

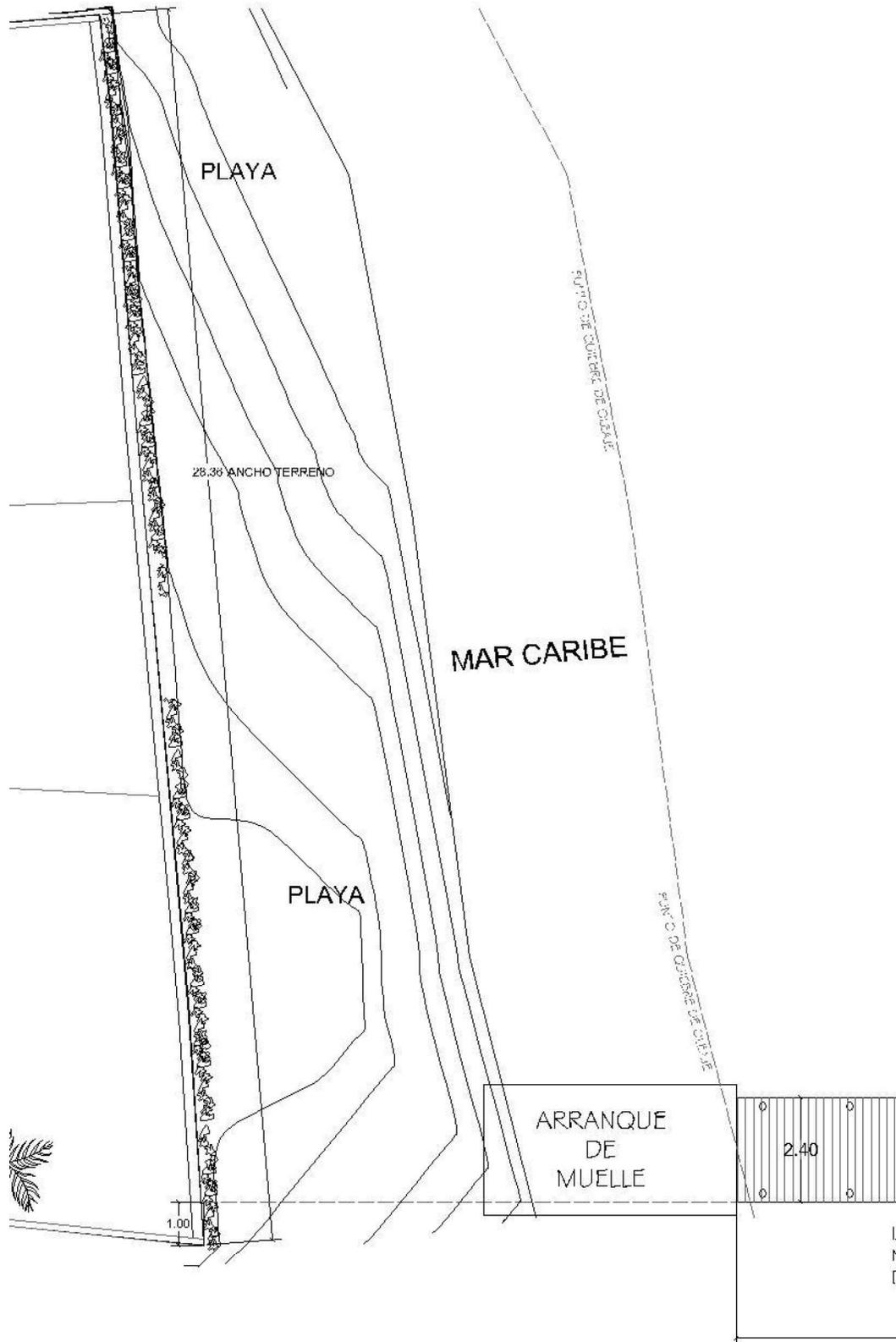


Figura 3. Se presenta plano

## 1.6. NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico en forma de T, el cual será utilizado para el atracado de embarcaciones menores de pequeño calado de uso particular de la propietaria del predio colindante que corresponde al lote 8. El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle.

La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40 m<sup>2</sup>. La pasarela principal tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m el cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación en forma de T. El travesaño, tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70m.

En total la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

La pasarela principal estará apoyada sobre una base sostenida por 24 pilotes de madera dura de la región. Estos pilotes tendrán de 25 a 30 centímetros de diámetro y estarán separados a una distancia de 2 y 3.20 m. Los pilotes serán hincados a una profundidad de 0.60 a 1.00 metro y la cubierta o piso del andador será de tablones de madera, las cuales serán fijadas a los largueros por medio de pijas y tornillos de acero inoxidable. El área que ocupará cada pilote será de 0.07 m<sup>2</sup> (considerando un diámetro de 30 cm) por lo que en total el área de ocupación de todos los pilotes será de 1.68 m<sup>2</sup>. Es importante mencionar que en la sección de la pasarela principal los pilotes estarán separados a una distancia de 2 m, mientras que en la sección que conforma el travesaño estarán separados a una distancia de 3.20 m.

## 2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

### 2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

C. María Carolina Merino Espinosa. Se anexa identificación oficial. (**Anexo 1**)

### 2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC).

██████████ Se anexa constancia de situación fiscal emitida por el SAT (**ANEXO 2**)

### 2.3. ESCRITURA DE PROPIEDAD DEL PREDIO.

Escritura Pública número 54,920, Volumen 1,399 de fecha 3 de mayo de 2003, pasada ante la fe del Lic. Fernando Enrique Chuc González, actuando como notario auxiliar de la Notaría Pública Número 3 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo (**Anexo 3**).

**2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES.****Calle y número:** [REDACTED][REDACTED] Condominio [REDACTED]  
[REDACTED]**2.4.1. Código postal:** 77500.**2.4.2. Entidad federativa:** Quintana Roo.**2.4.3. Municipio o delegación:** Benito Juárez.**2.4.4. Teléfono(s):** Cel [REDACTED]**3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P.****3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

ECOPLADESA SC.

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

ECO040610GG4

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

Biol. Silvia Magallón Barajas. Cédula Profesional: 1523938.

**3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.**Av. Xcaret, Lote4-5, Sm. 36, Mz.02, Cancún, Quintana Roo.  
Teléfonos y Fax: 01 (998) 8-92-22-66 y 8-92-22-67.

# **CAPÍTULO II**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## INDICE

1.	<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.</b>	3
1.1.	ANTECEDENTES.	3
1.2.	NATURALEZA DEL PROYECTO.	3
1.3.	SELECCIÓN DEL SITIO.	4
1.4.	UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.	5
1.5.	INVERSIÓN REQUERIDA.	10
1.6.	DIMENSIONES DEL PROYECTO.	10
1.7.	ESCENARIO AMBIENTAL.	11
1.8.	USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.	14
1.9.	URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.	15
2.	<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.</b>	15
2.1.	PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO:	16
2.2.	PREPARACIÓN DEL SITIO.	17
2.3.	DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.	19
2.4.	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.	19
2.4.1.	Materiales de construcción a utilizar.	20
2.4.2.	Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.	20
2.4.3.	Requerimientos de equipo y maquinaria.	20
2.5.	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	21
2.6.	DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.	21
2.7.	ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.	21
2.8.	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.	21
2.9.	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.	21
2.10.	INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.	23

## 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

### 1.1. ANTECEDENTES.

En la zona donde se pretende construir el proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental, existía un muelle que fue construido en desde el año de 1987, no obstante, tras el paso del Huracán Wilma en el 2005, este fue destruido.

Mediante escrito de fecha 13 de agosto de 2015, ingresado en la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el día 14 de ese mismo mes y año, la C. María Carolina Merino Espinosa, presentó a esa autoridad el Aviso de No Requerimiento de Autorización de Impacto Ambiental para llevar a cabo la rehabilitación y sustitución de infraestructura del muelle de pretendida ubicación en la zona marina colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. En respuesta, la Delegación de la SEMARNAT, emitió el Oficio Número 04/SGA/1123/15 de fecha 02 de septiembre de 2015 (**Anexo 4**), mediante el cual informó a la promovente que las obras propuestas no se ajustaban a los supuestos establecidos en el Artículo 6 párrafo I con sus fracciones I, II y III, y segundo párrafo del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Asimismo, informó a la solicitante que en caso de que requiriera construir las obras propuestas, deberán de solicitar previamente la autorización de impacto ambiental mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental.

Con motivo de lo solicitado por la SEMARNAT me permito poner a su consideración la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, para la evaluación y autorización del proyecto del Muelle PV8.

### 1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico en forma de T, el cual será utilizado para el atraque de embarcaciones menores de pequeño calado de uso particular de la propietaria del predio colindante, que corresponde al lote 8. Este muelle se ubicará en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle.

La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40m<sup>2</sup>, esta estructura será construida con madera y será piloteada para que haya un espacio entre el suelo natural y la estructura de madera. La pasarela principal

tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m el cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación. El travesaño que da la forma de T, tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70 m. En total, la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

La pasarela principal estará apoyada sobre una base sostenida por 24 pilotes de madera dura de la región. Estos pilotes tendrán de 25 a 30 centímetros de diámetro y estarán separados a una distancia de 2 y 3.20 m. Los pilotes serán hincados a una profundidad de 0.60 a 1.00 m; la cubierta o piso del andador será de tablones de madera, los cuales serán fijados a los largueros por medio de pijas y tornillos de acero inoxidable. El área que ocupará cada pilote será de 0.07 m<sup>2</sup> (considerando un diámetro de 30 cm) por lo que en total el área de ocupación de todos los pilotes será de 1.68 m<sup>2</sup>. Es importante mencionar que en la sección de la pasarela principal los pilotes estarán separados a una distancia de 2 m, mientras que en la sección que conforma el travesaño estarán separados a una distancia de 3.20 m.

La madera que se utilizará en la construcción del muelle será dura de la región, la cual será adquirida en sitios autorizados por la SEMARNAT, cuya remisión forestal será presentada a esta autoridad en los informes de cumplimiento de términos y condicionantes del proyecto, o cuando esta así lo requiera. La madera que se utilice en el proceso constructivo no requerirá de algún tratamiento químico, ya que se pretende utilizar la madera de la especie zapote (*Manilkara zapota*), la cual es una madera muy dura y resistente a condiciones de alta salinidad. Adicionalmente, se realizará la instalación eléctrica mediante tuberías, registros, conectores tipo conductivo de PVC pesado, que va a estar sujeto a un costado de los largueros de madera, con abrazaderas de tipo “omega”. Se colocarán diferentes tipos de luminarias, las cuales serán lámparas señalizadores y alumbrado en general.

En el cuadro siguiente se presenta el desglose de las superficies del muelle:

Estructura	Superficie m <sup>2</sup>
<b>Arranque de muelle</b>	17.40
<b>Pasarela principal</b>	39.36
<b>Travesaño en forma de T</b>	20.52
Total	<b>77.28</b>

### 1.3. SELECCIÓN DEL SITIO.

En cuanto a la selección del sitio para el desarrollo del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- En el área anteriormente existía un muelle, que fue construido desde 1987, el cual fue destruido tras el paso del Huracán Wilma en el 2005.

- El predio colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).
- El sitio en el que se pretende el desarrollo del muelle es compatible con este tipo de proyectos, ya que en los instrumentos normativos lo permiten.
- El espacio en el que se instalará el muelle, no presenta elementos naturales excepcionales o frágiles que pudieran ponerse en riesgo por el desarrollo de las obras y actividades que involucra el proyecto durante sus diferentes etapas y fases de desarrollo.

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

El proyecto se ubica en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

En el cuadro 1, se presentan las coordenadas del polígono donde se construirá el muelle, mismas que incluyen la parte marina y el arranque del muelle. Las coordenadas se expresan en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercador), referidas al DATUM WGS-84, Zona 16Q, Norte de México.

Cuadro 1. Coordenadas del polígono donde se ubicará el muelle.

Vértice	X	Y
1	523,107.770	2,338,274.782
2	523,109.411	2,338,274.679
3	523,108.384	2,338,258.370
4	523,108.086	2,338,258.389
5	523,107.723	2,338,252.621
6	523,110.706	2,338,252.433
7	523,111.069	2,338,258.201
8	523,110.771	2,338,258.220
9	523,111.798	2,338,274.529
10	523,113.439	2,338,274.425
11	523,113.664	2,338,278.005
12	523,107.996	2,338,278.362

Es importante mencionar, que el predio colindante al sitio del proyecto es propiedad de la C. María Carolina Merino Espinosa, conforme a lo estipulado en la Escritura Pública número 54,920, volumen 1,399 de fecha 3 de mayo de 2003, pasada ante la fe del Lic. Fernando Enrique Chuc González, actuando como notario auxiliar de la Notaría Pública Número 3 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo.

Cuadro 2. Coordenadas del predio Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la Zona Hotelera de la ciudad de Cancún.

Vértice	X	Y
<b>1</b>	523,082.746	2,338,245.380
<b>2</b>	523,084.896	2,338,245.508
<b>3</b>	523,086.671	2,338,245.539
<b>4</b>	523,089.295	2,338,245.585
<b>5</b>	523,103.140	2,338,245.932
<b>6</b>	523,110.003	2,338,245.998
<b>7</b>	523,111.000	2,338,246.000
<b>8</b>	523,103.111	2,338,192.983
<b>9</b>	523,083.000	2,338,195.000
<b>10</b>	523,082.746	2,338,245.380



Figura 1. Localización del proyecto.

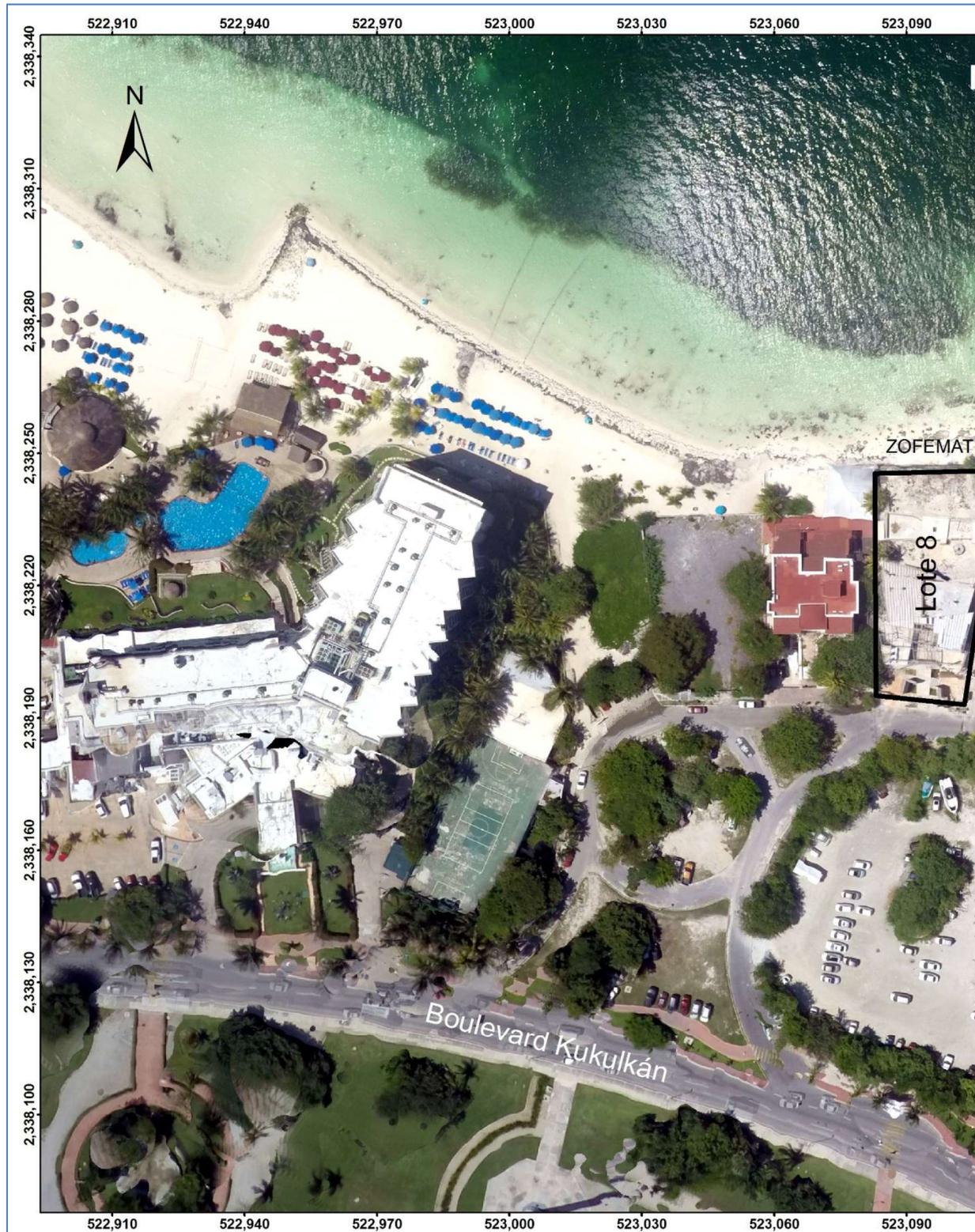


Figura 2. Se muestra la localización del muelle en su ámbito espacial, así como la ubicación de Benito Juárez

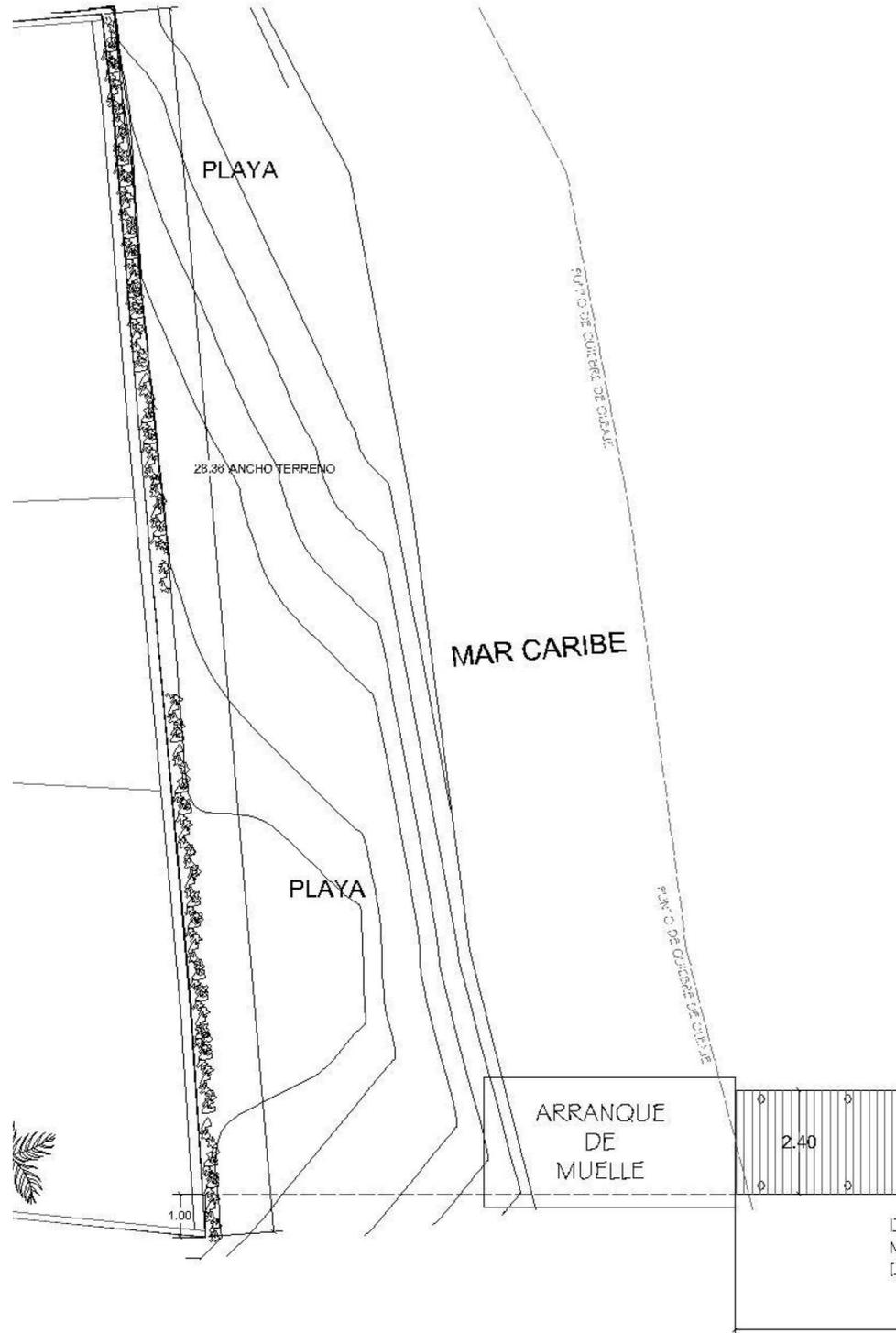


Figura 3. Se presenta plano

### 1.5. INVERSIÓN REQUERIDA.

La inversión programada para la construcción y operación del proyecto es de aproximadamente \$ 269,460.00 USD (doscientos sesenta y nueve mil cuatrocientos sesenta dólares). De los cuales se destinará un monto de \$ 2,694.00 (dos mil seiscientos noventa y cuatro dólares) para la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente MIA-P y aquellas que la autoridad evaluadora determine.

### 1.6. DIMENSIONES DEL PROYECTO.

El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque del muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle.

La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40m<sup>2</sup>, esta estructura será construida con madera y será piloteada para que haya un espacio entre el suelo natural y la estructura de madera.

La pasarela principal tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m la cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación para dar la forma de T.

El travesaño en forma de T tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70 m.

En total la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

El área que ocupará cada pilote será de 0.07 m<sup>2</sup> por lo que en total el área de ocupación de todos los pilotes será de 1.68 m<sup>2</sup> (considerando que el diámetro de los pilotes sea de 30 cm). Es importante mencionar que en la sección de la pasarela principal, los pilotes estarán separados a una distancia de 2 m mientras que en la sección que conforma el travesaño, estarán separados a una distancia de 3.20 m.

El proyecto “Muelle PV8” considera aprovechar en la zona marina, un área de 1.68m<sup>2</sup>, los cuales corresponden a la superficie total de los 24 pilotes hincados directamente en el fondo marino por el muelle rústico de madera, así como de la plataforma correspondiente al arranque de éste.

En el cuadro siguiente se presenta el desglose de las superficies del muelle:

Cuadro 3. Desglose de las superficies del muelle.

Estructura	Superficie m <sup>2</sup>
<b>Arranque de muelle</b>	17.40
<b>Pasarela principal</b>	39.36
<b>Travesaño en forma de T</b>	20.52

Total	<b>77.28</b>
-------	--------------

### 1.7. ESCENARIO AMBIENTAL.

Para el análisis del presente proyecto de Muelle PV8 se definió un Sistema Ambiental (SA) que va del límite norte del polígono de Punta Cancún que forma parte del ANP Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc; al sur definido por el Boulevard Kukulcán, dividido en una zona terrestre y otra marina. Dentro de este sistema ambiental se definió un área de estudio donde quedó inserto el proyecto que se propone.

El SA del proyecto tiene una superficie total de 15, 273,392.96 m<sup>2</sup> (1,527.34 ha), de las cuales una superficie de 1,462.20 Ha (95.74%) corresponde a la porción marina y una superficie 65.14 Ha (4.26%) de la zona terrestre.

La parte terrestre del SA está representada por 4 unidades ambientales, siendo la unidad ambiental de infraestructura la de mayor cobertura, seguida de la cobertura de sin vegetación; Vegetación secundaria de matorral costero y por último, el manglar.

Cuadro 4. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la caracterización elaborada a partir de imágenes del Google Earth.

COBERTURA	Superficie		%
	m <sup>2</sup>	Ha	
<b>Marino</b>			
Arenal	8,934,857.84	893.49	58.50
Pastizal	5,685,854.49	568.59	37.23
Infraestructura	1,287.67	0.13	0.01
<b>Subtotal</b>	<b>14,622,000.00</b>		<b>95.74</b>
<b>Terrestre</b>			
Vegetación secundaria de matorral costero	26,471.86	2.65	0.17
Manglar	4,441.73	0.44	0.03
Playa	69,138.67	6.91	0.46
Sin vegetación	46,202.96	11.53	0.30
Infraestructura	505,137.74	50.51	3.30
<b>Subtotal</b>	<b>651,392.96</b>		<b>4.26</b>
<b>Total</b>	<b>15,273,392.96</b>	<b>1,527.34</b>	<b>100</b>

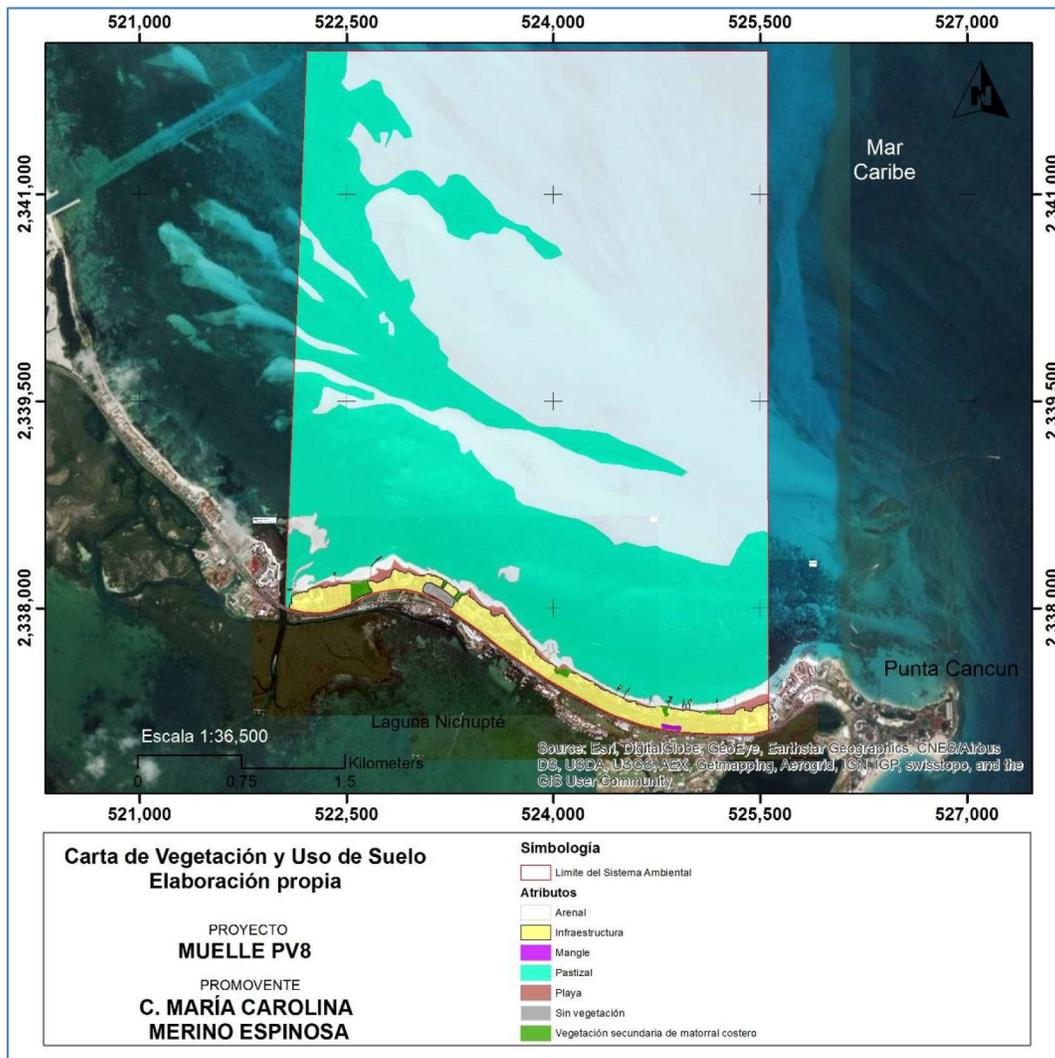


Figura 4. Mapa de vegetación y uso de suelo del SA de acuerdo a la fotointerpretación.

De acuerdo al mapa de vegetación y uso de suelo del SA de elaboración propia en el área marina del SA se tiene la presencia de 3 ambientes, los cuales corresponde a pastizal, arenales e infraestructura.

El área de estudio delimitada para el proyecto comprendió una superficie de 14,775.02 m<sup>2</sup>, de los cuales 4,643.62m<sup>2</sup> está conformado por la zona de arena-roca, y 10,131.40 m<sup>2</sup> por vegetación de pastos y algas. Esta área de estudio corresponde a un pequeña porción de la plataforma marina que tiene una pendiente que llega hasta los 2.5 m de profundidad. Inicia con una franja de arena fina y suelta característica del Mar Caribe donde se encuentran expuestas secciones de laja que han sido ocupadas por pequeñas especie bentónicas.

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.

En el área de estudio se pudieron registrar un total de 65 especies. De estas, 26 fueron plantas marinas (algas y pastos marinos), 7 fueron corales; 19 fueron peces, 3 moluscos, 3 equinodermos, 1 esponja, 1 crustáceo, 2 anémonas y 3 falsos corales (zoantido y milepora). Dichas especies pertenecen a 12 grupos marinos, y ninguna de ellas está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con la caracterización marina, el muelle se construirá sobre un área donde el fondo marino corresponde a un arenal con rocas aisladas. Las rocas se encuentran inmersas en una franja de arena suelta y fina, por lo que es muy poco estable y fácilmente se re-suspende en la columna de agua. Esta franja de arena tiene en promedio 32 m de amplitud. Las rocas de mayor talla se encuentran básicamente en los primeros 15 m desde la línea de costa.

El arranque del muelle piloteado se desplantará en la zona federal marítimo terrestre, donde solamente hay sustrato de arena y roca, sin vegetación ni fauna presente.

El proyecto “Muelle PV8” considera aprovechar en la zona marina, un área de 1.68m<sup>2</sup>, los cuales corresponden a la superficie total de los 24 pilotes hincados directamente en el fondo marino por el muelle rústico de madera, así como de la plataforma correspondiente al arranque de éste.

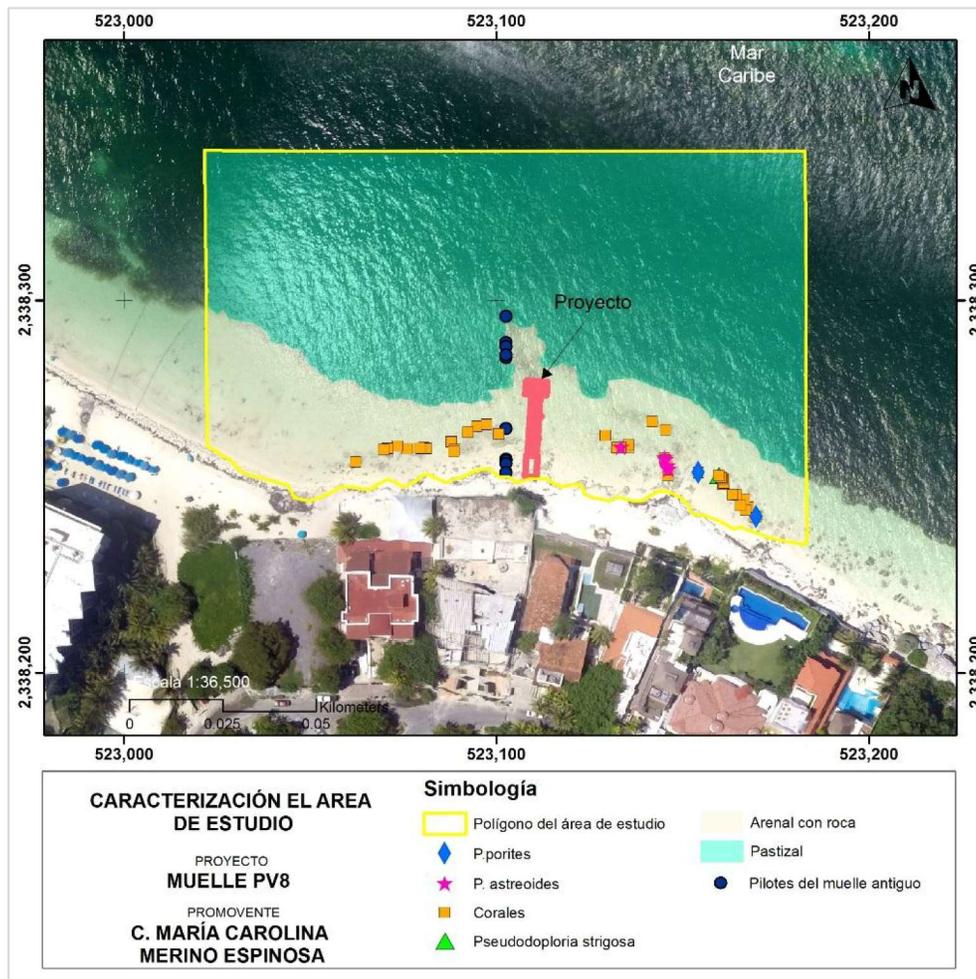


Figura 5. Se muestra la ubicación del Muelle PV8 con relación a la caracterización del fondo marino y a la localización de los organismos bentónicos registrados durante la caracterización ambiental.

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

El área de estudio se encuentra en el Municipio de Benito Juárez por lo que se rige de acuerdo a los siguientes instrumentos normativos: el proyecto se pretende desarrollar en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, de tal manera que únicamente una parte del arranque del muelle proyectado su encuentra ubicado dentro de la UGA 21 (6.92 m<sup>2</sup>) de la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 27 de febrero de 2014 (POEL).

La estructura restante del muelle se ubica en la zona marina y por tanto le aplica 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 (POEMRGMMC).

### **1.9. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.**

El muelle se ubica en una zona totalmente urbanizada, por lo que no requiere de obras complementarias, como vialidades, drenaje e instalaciones eléctricas mayores.

Solo requiere de suministro eléctrico para la etapa de construcción y operación, el cual provendrá del predio colindante que es propiedad de la promotora, mismo que cuenta con este servicio. El suministro de energía eléctrica durante las etapas de preparación del sitio y construcción será a través de una planta portátil de generación de energía, la cual funcionará a base de gasolina.

En cuanto al drenaje sanitario, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se contará con un sanitario portátil, suficiente para el número de trabajadores que se tiene contemplado. Este sanitario será ubicado en el predio colindante propiedad del solicitante, mismo que se le dará mantenimiento al menos cada tercer día y será rentado a una empresa con las autorizaciones correspondientes. En la etapa de operación no habrá generación de aguas residuales por lo que no se requiere de la instalación de drenaje sanitario.

Durante la etapa de construcción no se requerirán de grandes cantidades de combustibles, solamente el requerido para las motosierras, la maquinaria que realizará las perforaciones donde se hincarán los pilotes y la planta generadora de energía. Estos serán resguardados en un almacén que contará con todas las medidas de seguridad para evitar derrames al suelo. El almacén será ubicado en el predio colindante propiedad del solicitante.

## **2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.**

Como se ha mencionado, el proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico en forma de T, el cual será utilizado para el atraque de embarcaciones menores de pequeño calado de uso particular del propietario del predio colindante que corresponde al lote 8.

El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle.

La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40m<sup>2</sup>. esta estructura será construida con madera esta estructura será construida

con madera y será piloteada para que haya un espacio entre el suelo natural y la estructura de madera. La pasarela principal tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m la cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación. El travesaño que da la forma de T, tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70 m. En total, la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

El andador estará poyado sobre una base sostenida por 24 pilotes de madera dura de la región. Estos pilotes tendrán de 25 a 30 centímetros de diámetro y estarán separados a una distancia de 2 y 3.20 m. Los pilotes serán hincados a una profundidad de 0.60 a 1.00 m y la cubierta o piso del andador, será de tablonces de madera los cuales serán fijados a los largueros por medio de pijas y tornillos de acero inoxidable. El área que ocupará cada pilote será de 0.07 m<sup>2</sup> (considerando un diámetro de 30 cm) por lo que en total el área de ocupación de todos los pilotes será de 1.68 m<sup>2</sup>. Es importante mencionar que en la sección de la pasarela principal los pilotes estarán separados a una distancia de 2 m, mientras que en la sección que conforma el travesaño estarán separados a una distancia de 3.20 m.

La madera que se utilizará en la construcción del muelle será dura de la región, la cual será adquirida en sitios autorizadas por la SEMARNAT, cuya remisión forestal será presenta a esta autoridad en los informes de cumplimiento de términos y condicionantes o cuando esta así lo requiera. La madera que se utilice en el proceso constructivo no requerirá de algún tratamiento químico, ya que se pretende utilizar la madera de la especie zapote (*Manilkara zapota*), la cual es una madera muy dura y resistente a condiciones de alta salinidad. Adicionalmente, se realizará la instalación eléctrica mediante tuberías, registros, conectores tipo conductivo de PVC pesado, que va a estar sujeto a un costado de los largueros de madera, con abrazaderas de tipo “omega”. Se colocarán diferentes tipos de luminarias, las cuales serán lámparas señalizadoras y alumbrado en general.

En el cuadro siguiente se presentan el desglose de las superficies del muelle:

Estructura	Superficie m <sup>2</sup>
<b>Arranque de muelle</b>	17.40
<b>Pasarela</b>	39.36
<b>Travesaño en forma de T</b>	20.52
Total	<b>77.28</b>

## 2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO:

La promotora requiere un lapso de 24 meses para la gestión de permisos, licencias y construcción del muelle. La operación del muelle se estima en 50 años dependiendo de las condiciones de la infraestructura.

**Cuadro 5. Cronograma de trabajo para la construcción y operación del muelle.**

CONCEPTO	BIMESTRE												Año 3 al 53
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Gestión de permisos, licencias y autorizaciones	■	■	■	■	■	■							
Rescate de fauna							■						
Colocación de malla antidispersión.							■						
Hincado de pilotes								■					
Colocación de tijeras y largueros									■				
Colocación de cargueros principales									■				
Armado de duela del muelle (piso)										■	■	■	
Colocación de instalación eléctrica												■	■
Limpieza del área del proyecto							■	■	■	■	■	■	
Supervisión ambiental							■	■	■	■	■	■	
Operación del proyecto													■

## 2.2. 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 de ubicación del muelle y de un área de maniobra que se está considerando de 3 m de ancho perimetrales al muelle, los cuales serán reubicados en un sitio dentro del área marina adyacente. Esta área de maniobra se encuentra comprendida solamente dentro del fondo marino de Arenal. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Posteriormente se iniciará con la delimitación de la zona de trabajo, la cual se realizará 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 esta malla 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 6. Se muestra ejemplo de la malla que se utilizará en la construcción del muelle.

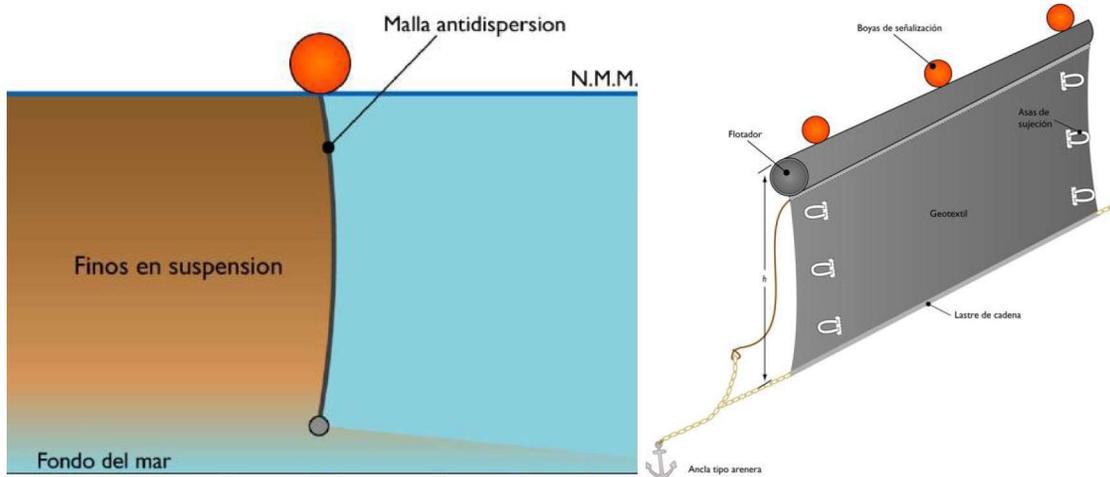


Figura 7. Se muestra la función de las mallas antidispersión para retener los sedimentos.



Figura 8. Se muestra a manera de ejemplo el funcionamiento de la malla antidispersión.

### **2.3. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.**

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.

La madera que se requiere para la construcción del muelle, así como el equipo, herramientas y otros insumos, serán resguardados al interior del predio colindante al área del muelle.

Es importante mencionar que el personal que se contrate para la construcción del muelle, será de la localidad de Cancún.

No obstante, se requiere de un módulo de baño portátil suficiente para el número de trabajadores que se tiene contemplado el cual se ubicará en el predio lote 8 propiedad de la promovente y colindante con el área donde se construirá el muelle.

### **2.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

Durante la etapa de construcción del proyecto se realizará el hincado de pilotes, armado de la estructura principal del muelle mediante el uso alambrones y tornillos de acero inoxidable, amarre de pilotes, colocación de tablonces, conformación de plataforma, colocación de las instalaciones eléctricas y señalizaciones, una vez que se finalice con la construcción, se procederá al retiro de malla geotextil, andamios y las señalizaciones de seguridad.

El hincado de pilotes se realizará mediante inyección de chorro de agua a presión, el cual permitirá perforar el fondo marino solo en el punto de hincado de cada pilote. Este método es mecánico y comúnmente usado en este tipo de obras de la zona, ya que por su metodología permite el retiro puntual y poco agresivo de los espacios que albergarán los pilotes.

Una vez que se encuentren anclados los pilotes al fondo marino, se procederá a colocar las tijeras y travesaños para ensamblar la estructura principal del muelle y posteriormente a colocar las tablas que conformarán la plataforma. Adicionalmente, se procederá a la colocación de la tubería de PVC donde se procederá a instalar las conexiones eléctricas.

Ya que se encuentre armado el muelle, y que los sedimentos finos se hayan asentado en el suelo marino, se podrá llevar a cabo el retiro de la malla geotextil. Esta tarea final no se realizará en tanto la calidad del agua fuera del área delimitada no sea igual a la del interior.

### 2.4.1. Materiales de construcción a utilizar.

El material que se utilizará para la construcción del muelle, será adquirido en casas comerciales de la ciudad de Cancún. La madera dura de la región será adquirida en establecimientos autorizados por la SEMARNAT.

Cuadro 6. Materiales requeridos

Material	Unidad	Cantidad
<b>Andador y arranque de muelle</b>		
Contravientos 3.50 x 0.20 m	pza	<b>34</b>
Separadores 3 x 8x 7 P (14 x 65=610 P)	pza	<b>38</b>
Cargador 3 x 8 x 12 P	pza	<b>34</b>
Duelas 2 x 8 7 P	pza	<b>180</b>
<b>Muelle</b>		
Postes 5 x 0.20 m	pza	<b>24</b>
Contravientos 5 x 0.20 m	pza	<b>24</b>
Separadores 3 x 8 x 7 P	pza	<b>56</b>
Cargador 3 x 8 x 7 P	pza	<b>28</b>
Duelas 2 x 8 x 7 P	pza	<b>195</b>
<b>Conexiones eléctrica</b>		
Tuvo de PVC pesado	metros	<b>60</b>
Conectores	pza	<b>100</b>
Registros	pza	<b>10</b>
abrazaderas	pza	<b>50</b>
Cabe de cobre	metros	<b>200</b>

### 2.4.2. Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.

La totalidad de la mano de obra provendrá del poblado de la ciudad de Cancún. A continuación se relaciona el personal requerido por especialidades, el cual ascenderá a 12 trabajadores.

Cuadro 7. Mano de obra requerida.

CATEGORÍA	CANTIDAD
Oficial de carpintería	3
Eléctrico	1
Ayudantes en general	8
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

### 2.4.3. Requerimientos de equipo y maquinaria.

El equipo requerido durante la construcción se enlista a continuación:

- ✓ Motosierras
- ✓ Motobomba de agua
- ✓ Taladros

- ✓ Poleas, cuerdas y cadenas para el hincado de los pilotes.
- ✓ Andamios.
- ✓ Mallas antidispersión de sedimentos.

## **2.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

La actividad principal del muelle rústico consiste en su uso privado por parte de la propietaria del lote 8 colindante, para embarcaciones de calado menor.

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

## **2.6. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.**

El proyecto no considera la instalación de obras asociadas al mismo. Solamente se considera la renta de un sanitario portátil a una empresa autorizada que se encargará de ofrecerle mantenimiento cada tercer día, el cual será instalado al interior del lote o predio colindante al muelle, el cual es propiedad de la promovente.

## **2.7. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.**

Dada la naturaleza del proyecto, no se considera la etapa de abandono del sitio, ya que debido a los materiales con que se construirá el muelle y las actividades de mantenimiento, se podrá prolongar la vida del muelle de forma indefinida, sin embargo, en el caso de considerar 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.

## **2.8. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.**

No se tiene contemplado el uso de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.

## **2.9. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

Adjunto a la presente MIA-P, se presenta el Programa de Manejo de Residuos y Líquidos del proyecto, mismo que se implementará en las diferentes etapas (Etapa de preparación del sitio, Construcción y Operación-mantenimiento). En este Programa se describirán los tipos de residuos que generará el proyecto, así como las acciones que se realizarán para el manejo adecuado de los mismos; el tipo de infraestructura que se implementará para el óptimo manejo; así como los sitios de disposición final.

No obstante a lo anterior, a continuación se presenta algunas acciones que se realizarán para el manejo de los residuos.

### **Preparación del sitio y construcción:**

Residuos sólidos: 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.

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 sitio, tierra adentro, se colocarán tambos diferenciados por color para acopiar estos desechos y facilitar su reciclaje.

Se generarán aguas residuales durante la etapa de preparación de sitio y construcción, mismas que serán contenidas en la unidad sanitaria portátil. Esta unidad recibirá el mantenimiento y limpieza de manera diaria por la empresa especializada en este rubro. Es importante mencionar que este sanitario se ubicará al interior del lote colindante al muelle.

Las emisiones a la atmósfera que se generarán en la etapa de construcción, serán las producidas por la combustión interna de los motores de la maquinaria y equipo, tales como motosierras y generadores de energía. Se espera, que las condiciones locales de viento y calidad del aire, ayuden a una rápida dispersión atmosférica de éstas.

Residuos peligrosos. Se prevé que se generen cantidades mínimas de residuos peligrosos, tales como botes vacíos de pegamento industrial y estopas impregnadas con hidrocarburos o solventes por el uso de motosierras y plantas generadores de energía.

### **Operación**

En la operación del muelle, los residuos que generen los usuarios serán acopiados en un contenedor con separador dispuesto en el arranque del muelle, cuyos residuos serán recolectados y dispuestos ante el servicio de recolección del municipio.

Periódicamente, 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.

En esta etapa la generación de residuos peligrosos será mínima y de forma muy puntual, ya que solo se generará por la sustitución de las tuberías de PVC, en el cual se utiliza pegamento industrial.

Es importante mencionar que en la operación del muelle no habrá emisiones a la atmósfera, ni habrá generación de residuos peligrosos.

## **2.10. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.**

En el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos anexo a la presente MIA-P, se describe la infraestructura para el acopio de los diferentes tipos de residuos, así como las acciones que se realizarán para su manejo y correcta disposición final.

En las distintas etapas, los residuos sólidos serán separados por tipo y clase. Los residuos líquidos en la etapa de preparación de sitio y construcción, serán manejados a través de una caseta sanitaria contratada a través de una empresa especializada en brindar este servicio. Los principales desechos serán empaques de cartón, papel, plásticos y restos de comida.

Es importante mencionar que el acopio o resguardo temporal de los residuos en sus diferentes etapas, se realizará al interior del predio colindante, propiedad de la promotora, para su posterior destino en el relleno sanitario de la ciudad de Cancún.

## **CAPÍTULO III**

# **VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTO JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO. ....</b>	<b>5</b>
2.1.	ANTECEDENTES. ....	5
2.2.	VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN. ....	5
2.2.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. ....	6
2.2.2.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ....	8
2.2.3.	Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.....	10
2.2.4.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional Del Golfo de México y Mar Caribe. ....	33
2.2.5.	Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, 2014. ....	64
2.2.6.	Decretos de Áreas Naturales Protegidas. ....	65
2.2.7.	Normas Oficiales Mexicanas. ....	68
2.2.8.	Regiones Prioritarias para la Conservación. ....	71

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

El proyecto se ubica en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

En el cuadro 1, se presentan las coordenadas del polígono donde se construirá el muelle, mismas que incluyen la parte marina y el arranque del muelle. Las coordenadas se expresan en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercador), referidas al DATUM WGS-84, Zona 16Q, Norte de México.

Cuadro 1. Coordenadas del polígono donde se ubicará el muelle.

Vértice	X	Y
1	523,107.770	2,338,274.782
2	523,109.411	2,338,274.679
3	523,108.384	2,338,258.370
4	523,108.086	2,338,258.389
5	523,107.723	2,338,252.621
6	523,110.706	2,338,252.433
7	523,111.069	2,338,258.201
8	523,110.771	2,338,258.220
9	523,111.798	2,338,274.529
10	523,113.439	2,338,274.425
11	523,113.664	2,338,278.005
12	523,107.996	2,338,278.362

Es importante mencionar, que el predio colindante al sitio del proyecto es propiedad de la C. María Carolina Merino Espinosa, conforme a lo estipulado en la Escritura Pública número 54,920, volumen 1,399 de fecha 3 de mayo de 2003, pasada ante la fe del Lic. Fernando Enrique Chuc González, actuando como notario auxiliar de la Notaría Pública Número 3 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo.

Cuadro 2. Coordenadas del predio Lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la Zona Hotelera de la ciudad de Cancún.

Vértice	X	Y
1	523,082.746	2,338,245.380
2	523,084.896	2,338,245.508
3	523,086.671	2,338,245.539
4	523,089.295	2,338,245.585
5	523,103.140	2,338,245.932
6	523,110.003	2,338,245.998

7	523,111.000	2,338,246.000
8	523,103.111	2,338,192.983
9	523,083.000	2,338,195.000
10	523,082.746	2,338,245.380



Figura 1. Localización del proyecto.

## 2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

### 2.1. ANTECEDENTES.

En la zona donde se pretende construir el presente proyecto que se somete a evaluación de impacto ambiental, existía un muelle que fue construido en desde el año 1987, no obstante, tras el paso del Huracán Wilma en el año 2005, sufrió daños severos en su estructura, tras lo cual fue derruido al paso del tiempo, permaneciendo a la fecha solamente algunos de los postes de su estructura original.

Mediante escrito de fecha 13 de agosto de 2015, el día 14 del mismo mes y año, la C. María Carolina Merino Espinosa, en su calidad de persona física, ingresó a la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo (SEMARNAT) el Aviso de No Requerimiento de Autorización de Impacto Ambiental para llevar a cabo la rehabilitación y sustitución de infraestructura del muelle de pretendida ubicación en la zona marina colindante al Lote número 8, Calle Pez Volador, Sección C, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. En respuesta, la SEMARNAT, emitió el oficio número 04/SGA/1123/15 de fecha 2 de septiembre de 2015, donde determinó que las obras propuestas no se ajustan a los supuestos establecidos en el artículo 6 párrafo I con sus fracciones I, II y III y segundo párrafo del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Asimismo, informó a la solicitante que en caso de que requiera construir las obras propuestas, se debería solicitar previamente la autorización de impacto ambiental mediante la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental.

En cumplimiento a lo anterior, se somete ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto **Muelle PV8**, 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 instalación y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

### 2.2. 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 PV8" (el proyecto) y los instrumentos de planeación ambiental que regulan el ordenamiento urbano y ecológico del territorio aplicable al Centro de Población de Cancún, son los siguientes:

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).
2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

3. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 27 de febrero de 2014.
4. 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).
5. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030), publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 16 de octubre de 2014.
6. Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.
7. Normas Oficiales Mexicanas.
8. Marco Normativo (Leyes, Reglamentos y otras disposiciones).
9. Normatividad y legislación aplicable a zonas de manglar.
10. Regiones Prioritarias.

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

### **2.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.**

De acuerdo con lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28, fracción X y en el Artículo 5° incisos A) y R) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, los proyectos de construcción de muelles y las obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales, 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 alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:***

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

**“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.*

#### **2.2.2. 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;*

**R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS 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 artículo en los cuales la LGEEPA y el Reglamento de Materia de Evaluación en Impacto Ambiental, norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental de un proyecto, como sus etapas de preparación, construcción y operación, es importante manifestar que el proyecto Muelle PV8, fue diseñado y estructurado de manera que en todas y cada una de sus etapas cumplan con los preceptos legales que le son aplicables, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular.

La Manifestación del proyecto **Muelle PV8**, 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 20 m mar adentro, lo cual corresponde al límite del muelle rústico de madera que se pretende instalar.

### **2.2.3. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez**

De acuerdo con la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 27 de febrero de 2014 (POEL), el área del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA 21) (Figura 1), la cual corresponde a la Zona Urbana de Cancún y tiene asignada una Política de Aprovechamiento Sustentable, estando sujeto el aprovechamiento del predio a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, que en este caso es el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, 2014.

Es importante señalar que el proyecto se pretende desarrollar en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, de tal manera que únicamente una parte del arranque del muelle proyectado se encuentra ubicado dentro de la UGA 21 (6.92 m<sup>2</sup>). La estructura restante del muelle se ubica en la zona marina y por tanto le aplica el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, cuya vinculación con el proyecto se presenta más adelante.

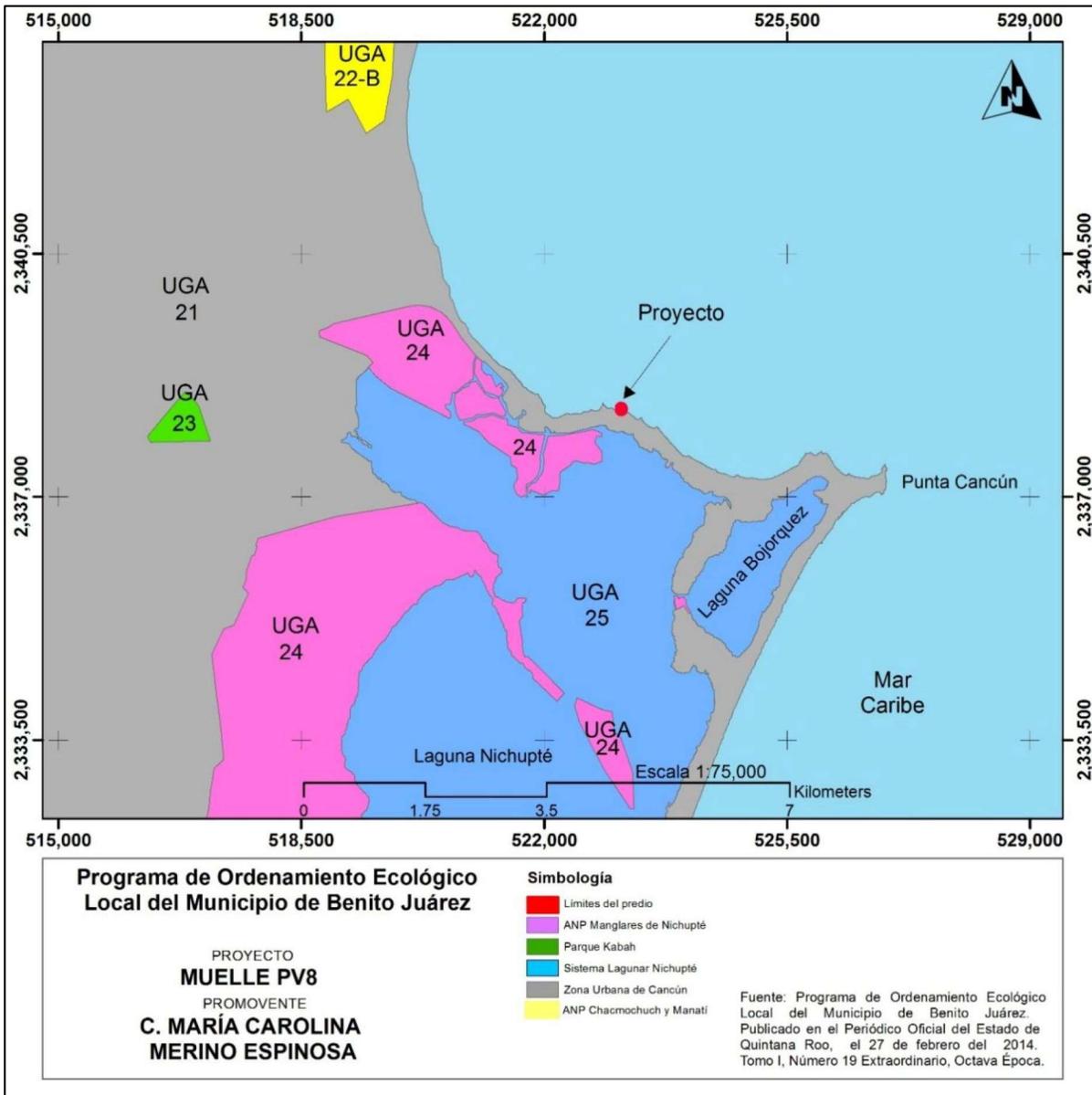


Figura 2. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” en el POEL.

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

Unidad de gestión ambiental	21
Superficie: <b>34,937.17 ha</b>	Política Ambiental: <b>Aprovechamiento Sustentable</b>
% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: <b>10.92 %</b>	Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: <b>56.54 %</b>
Parámetros aprovechamiento:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.</b></li> </ul>	
Usos compatibles: <b>Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</b>	

Usos incompatibles:  
**Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.**

Cuadro 4. Criterios de Regulación Ecológica aplicables a la UGA 21.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
<b>Agua</b>	URB	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
<b>Suelo y subsuelo</b>		19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29
<b>Flora y Fauna</b>		30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
<b>Paisaje</b>		43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

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

Cuadro 5 . Vinculación del proyecto con los criterios generales del POEL vigente aplicable.

Clave	Criterio	Cumplimiento
<b>CG-01</b>	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El proyecto no contempla el uso de agroquímicos en ninguna de sus etapas.
<b>CG-02</b>	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	En el proyecto no se prevé utilizar agroquímicos en ninguna de sus etapas.
<b>CG-03</b>	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas	El sitio del proyecto corresponde a la línea de costa de una playa arenosa angosta. Estos sitios presentan alta energía cinética por efectos del rompimiento del oleaje incidente, así como constante movimiento de sedimentos por la misma razón, comúnmente y de forma natural

	<p>propias del hábitat que haya sido afectado.</p>	<p>suelen carecer de vegetación. El proyecto no contempla modificar las características naturales del sitio donde se desplantará.</p>
<p><b>CG-04</b></p>	<p>En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</p>	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla la construcción de techos o estacionamientos, así como tampoco instalar drenajes pluviales o sanitarios.</p>
<p><b>CG-05</b></p>	<p>Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p> <p><i>“Artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.</i></p> <p><i>Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.”</i></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 contempla el aprovechamiento de predios con suelo firme.</p> <p>La superficie sobre la cual se desplantará el muelle es permeable y lo continuará siendo aún con su instalación.</p>

<b>CG-06</b>	<p>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas “sin vegetación aparente” y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>El proyecto 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. Dadas las características rústicas y dimensiones del proyecto no se anticipa la fragmentación de ecosistemas o el aislamiento de poblaciones.</p>
<b>CG-07</b>	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</p>	<p>El proyecto no considera la construcción de bardas en su perímetro general o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica.</p>
<b>CG-08</b>	<p>Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.</p>	<p>El área del proyecto no presenta humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes o cuerpos de agua superficiales. Se desarrolla en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, la cual conservará sus características naturales una vez implementado el proyecto.</p>
<b>CG-09</b>	<p>Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.</p>	<p>El área del proyecto se localiza en la UGA 21 denominada “Zona Urbana de Cancún”.</p> <p>En esta UGA solamente queda ubicada una porción del arranque del muelle de 6.92 m<sup>2</sup>.</p>
<b>CG-10</b>	<p>Solo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.</p>	<p>El proyecto no contempla la apertura de caminos.</p>

<b>CG-11</b>	<p>El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.</p>	<p>El proyecto no contempla llevar a cabo desmontes en predios, se localiza en la zona marina y zona federal marítimo terrestre.</p>
<b>CG-12</b>	<p>En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.</p>	<p>El área del proyecto corresponde a la zona marina y zona federal marítimo terrestre y sólo 6.92 m<sup>2</sup> de su arranque del muelle se ubica dentro de la UGA 21.</p>
<b>CG-13</b>	<p>En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.</p>	<p>Las obras que se proponen se desplantarán sobre la zona marina y zona federal marítimo terrestre, en las que se registran especies de fauna susceptibles de rescate. <u>En el área del proyecto y su área de maniobra perimetral no se registraron ejemplares de flora acuática sumergida que resulten afectadas, de ahí que no se contempla el rescate de flora del sitio.</u></p> <p>El rescate de organismos se llevará a cabo de manera previa al inicio de obras y de conformidad con el Programa de Rescate de Fauna que forma parte de la presente MIA-P (Anexo 5).</p>
<b>CG-14</b>	<p>En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto solo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.</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 contempla realizar aprovechamiento de predios.</p>
<b>CG-15</b>	<p>En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal</p>	<p>El área del proyecto no contiene ecosistemas forestales, corresponde a la zona marina y zona federal marítimo terrestre donde no se registran especies exóticas consideradas como invasoras por la Comisión Nacional para el</p>

	deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
<b>CG-16</b>	La introducción y manejo de palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.	El proyecto no contempla la introducción o manejo de esta especie.
<b>CG-17</b>	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecta en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	El proyecto no contempla introducción alguna de especies vegetales o animales, solamente reubicará en sitios aledaños al proyecto los ejemplares rescatados de conformidad con el Programa de Rescate de Fauna que forma parte de la presente MIA-P (Anexo 5).
<b>CG-18</b>	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades de acuicultura.
<b>CG-19</b>	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El predio colindante con el área del proyecto cuenta actualmente con malla ciclónica perimetral y puerta de acceso con candado, misma que se conservará una vez realizado el proyecto.  Al área del proyecto se accede libremente por la ZOFEMAT.
<b>CG-20</b>	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El área del proyecto no presenta cenotes o rejolladas inundables. Se localiza en la zona marina y zona federal marítimo terrestre. Dadas las características y dimensiones del muelle rústico de madera dura de la región, se anticipa que no generará cambios en las condiciones actuales de los ecosistemas del área.

<b>CG-21</b>	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	No se registraron vestigios arqueológicos en el área del proyecto.
<b>CG-22</b>	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión solo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El área del proyecto no cuenta con derecho de vía de tendidos de energía eléctrica.
<b>CG-23</b>	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	El proyecto no considera llevar a cabo la instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica o de telecomunicaciones.
<b>CG-24</b>	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El área del proyecto no cuenta con caminos o carreteras, ya que se ubica en la zona marina y zona federal marítimo terrestre.
<b>CG-25</b>	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El proyecto no contempla el desarrollo de cimentaciones, consiste en la colocación de un muelle rústico de madera dura de la región, fijado al fondo marino con 24 pilotes cilíndricos de madera, de 0.3 m de diámetro cada uno, y con distancias entre ellos de 2.0 y 3.2 m, lo que permite no interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea de la zona.
<b>CG-26</b>	<p>De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</p> <p>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</p>	<p>El proyecto no considera la instalación de campamentos de obra, se contratará a una empresa de la Ciudad de Cancún especializada en la instalación de muelles rústicos la cual contará con su propio personal operativo, mismo que puede trasladarse diariamente al predio.</p> <p>Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos (sólidos urbanos y de manejo especial), los cuales serán colectados por separado en contenedores, resguardados y almacenados temporalmente en un</p>

	<p>C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>sitio con piso firme de concreto localizado en el predio colindante correspondiente al lote 8 propiedad de la promovente, y entregados al servicio de limpia municipal para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.</p> <p>Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán los sanitarios portátiles de obra en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora autorizada quién se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento para su disposición final.</p> <p>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 localizado en el predio colindante) y disponerlos 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 (Anexo 6) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<p><b>CG-27</b></p>	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las caídas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la</p>	<p>El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos.</p>

	autoridad que supervise su construcción.	
<b>CG-28</b>	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados solo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	La disposición de materiales derivados de las obras se realizará en el sitio que la autoridad municipal indique y no contendrán otros tipos de residuos mezclados.
<b>CG-29</b>	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos que se generen durante la instalación del muelle rústico de madera serán trasladados al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez, el cual es utilizado para tal fin.
<b>CG-30</b>	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El proyecto no contempla generar residuos biológicos infecciosos.
<b>CG-31</b>	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El proyecto no pretende establecer un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos.
<b>CG-32</b>	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos (sólidos urbanos y de manejo especial), los cuales serán colectados por separado en contenedores, resguardados y almacenados temporalmente en un sitio con piso firme de concreto localizado en el predio colindante propiedad de la promovente, y entregados al servicio de limpia municipal para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire, por lo que no se realizará su quema, entierro o disposición a cielo abierto.
<b>CG-33</b>	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Durante la instalación del muelle rústico que se propone, se contará con un sitio específico para el acopio temporal para los residuos sólidos, localizado en el predio colindante al área del proyecto propiedad de la promovente. Los residuos serán trasladados al relleno sanitario del

		Municipio Benito Juárez. Durante su operación los residuos serán acopiados por los usuarios y dispuestos a cuenta propia en sitios donde sean colectados por el servicio de limpia municipal.
<b>CG-34</b>	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	La madera dura de la región que se utilizará en la instalación del proyecto será adquirida en comercios locales formalmente establecidos y autorizados.
<b>CG-35</b>	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	El proyecto no contempla el desarrollo de cimentaciones, consiste en la colocación de un muelle rústico de madera dura de la región, fijado al fondo marino con 24 pilotes cilíndricos de madera, de 0.3 m de diámetro cada uno, y con distancias entre ellos de 2.0 y 3.2 m, lo que permite no interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea de la zona, así como tampoco el transporte litoral marino de la zona.
<b>CG-36</b>	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El proyecto no considera realizar actividades agrícolas, pecuarias o forestales de las cuales se deriven desechos orgánicos.
<b>CG-37</b>	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	El proyecto no contempla realizar actividades de remoción de vegetación o despalme del suelo.
<b>CG-38</b>	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El proyecto consiste en un muelle rústico que no considera ninguna densidad. Dentro de la UGA 21 solamente se ubica una porción del arranque del muelle.

<b>CG-39</b>	El porcentaje de desmante permitido en cada UGA que implique el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El proyecto no contempla la realización de desmontes en terrenos con uso de suelo forestal, ya que se desplanta sobre la zona marina y zona federal marítimo terrestre.
--------------	--	---

**Cuadro 6. Criterios urbanos aplicables a la UGA 21 del POEL.**

Criterio		Cumplimiento del proyecto
<b>Recurso agua</b>		
<b>URB-01</b>	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y normas oficiales mexicanas en la materia.	Durante la instalación de las obras, se contempla utilizar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora autorizada, misma que será responsable de la disposición final de las aguas residuales.  El sanitario será ubicado en el predio colindante al muelle propiedad de la promovente, en una superficie plana de concreto, impermeable para evitar cualquier evento de contaminación.
<b>URB-02</b>	Al fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y solo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio que lo ameriten o justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de las aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	
<b>URB-03</b>	En zonas que ya cuentan con servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y autorizar la conexión de descargas por la CONAGUA.	El proyecto corresponde a la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre.  Durante la instalación de las obras, se contempla utilizar sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte

		<p>de la empresa arrendadora autorizada.</p> <p>Durante la operación no se requerirá el servicio de sanitarios en el muelle, ya que será de uso privado del propietario del lote 8 colindante.</p>
<b>URB-04</b>	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida de agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla realizar actividad agrícola alguna.
<b>URB-05</b>	En el caso de campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para la optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla realizar riegos con agroquímicos o aguas residuales tratadas.
<b>URB-06</b>	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	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.
<b>URB-07</b>	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Durante la instalación de las obras se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 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.
<b>URB-08</b>	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, en la zona marina y zona federal marítimo terrestre.
<b>URB-09</b>	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques	Las disposiciones del presente criterio están fuera de la competencia del proyecto o del promovente.

	y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	
<b>URB-10</b>	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el área del proyecto no se registró la presencia de cenotes o rejolladas inundables. Se localiza en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, misma que conservará sus características ecológicas una vez instalado el muelle rústico.
<b>URB-11</b>	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región. No contempla construir infraestructura alguna para conducción o uso de agua potable o cruda.
<b>URB-12</b>	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren en dichas instalaciones.	El proyecto no contempla la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales o de desactivación de lodos.
<b>URB-13</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, deben realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en la zona marina y zona federal marítimo terrestre. No considera canalizar aguas pluviales. El agua de lluvia que incida en la superficie del arranque del muelle y sobre éste, escurrirá de forma natural hacia el mar.
<b>URB-14</b>	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no tiene relación con crematorios o cementerios.
<b>URB-15</b>	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	
<b>URB-16</b>	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGAs urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser	El área del proyecto corresponde a la zona marina y zona federal marítimo terrestre, no se registran bocas de tormenta en este sitio.

	tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	
<b>URB-17</b>	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos biológicos forestales.
<b>URB-19</b>	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aún en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto no contempla explotar bancos de materiales pétreos.
<b>URB-20</b>	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	No se registra este tipo de formaciones en el área de desplante del proyecto.
<b>URB-21</b>	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla realizar actividades de extracción de materiales pétreos.
<b>URB-22</b>	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	

<b>URB-23</b>	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dicha superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
<b>URB-24</b>	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	Durante la instalación del proyecto se espera generar residuos sólidos, y de manejo especial, los cuales serán manejados de acuerdo con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos que forma parte de la presente MIA-P (Anexo 6).
<b>URB-25</b>	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia, tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla el desarrollar fraccionamientos habitacionales.
<b>URB-26</b>	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar de espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	
<b>URB-27</b>	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	En las obras que se plantean no se considera realizar equipamientos en áreas verdes.

<b>URB-28</b>	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El proyecto corresponde a un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla desarrollar fraccionamientos habitacionales ni infraestructura de carácter urbano.
<b>URB-29</b>	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla el desarrollar fraccionamientos.
<b>Recurso Flora y Fauna</b>		
<b>URB-30</b>	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El área de desplante del proyecto corresponde a la zona marina y zona federal marítimo terrestre, una vez construido el muelle rústico de madera dura de la región, dadas sus características rústicas y dimensiones, se mantendrán las condiciones naturales de la zona.
<b>URB-31</b>	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El proyecto no pretende realizar procesos de eliminación de vegetación terrestre ni acuática, de ahí que no requiere implementar medidas de rescate enfocadas a la flora.
<b>URB-32</b>	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región. No contempla la construcción de espacios públicos ajardinados.
<b>URB-33</b>	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto no se desarrolla en una reserva urbana, tampoco contempla el desarrollo de zonas industriales ni centrales de abastos.
<b>URB-34</b>	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura	El proyecto no contempla la eliminación de cobertura vegetal al interior de algún predio, sin

	vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	embargo se aplicará un Programa de Rescate de Fauna (Anexo 5). Por tratarse de un ambiente marino, los organismos rescatados serán colocados en las áreas contiguas al proyecto para que continúen con sus ciclos de vida.
<b>URB-35</b>	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	El proyecto no contempla la introducción o liberación de fauna exótica.
<b>URB-36</b>	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El área del proyecto no presenta vegetación de manglar en su interior o en sus colindancias. El área de manglar más cercana al proyecto se encuentra a 1,040 m y corresponde a un manglar de borde de <i>Conocarpus erectus</i> ubicado en la Laguna Bojórquez. Esta laguna se ubica al sur del sitio del proyecto.
<b>URB-37</b>	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El proyecto no pretende realizar ocupación de reservas territoriales.
<b>URB-38</b>	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El proyecto corresponde a la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla la construcción de estacionamientos.
<b>URB-39</b>	<p>Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación.</p> <p>Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda</p>	El área del proyecto no presenta o colinda con humedales. Tampoco colinda con el área natural protegida Manglares de Nichupté, ésta dista 430 m del área del proyecto.

	transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	
<b>URB-40</b>	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre ecosistemas existentes.	La planeación de crecimiento de las áreas urbanas está fuera de la competencia del proyecto o del promovente. El proyecto no colinda con ANP's.
<b>URB-41</b>	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> ), la guaya ( <i>Talisia olivaeformis</i> ), capulín ( <i>Muntingia calabura</i> ), <i>Ficus spp.</i> , entre otros.	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. En caso de que la autoridad indique el reforestar espacios urbanos, se acatará lo dispuesto en el presente criterio.
<b>Recurso Paisaje</b>		
<b>URB-43</b>	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	El proyecto implementará las medidas para un manejo adecuado de residuos sólidos a través de la aplicación del Programa de Manejo de Residuos que forma parte de la presente MIA-P (Anexo 6), de las emisiones de ruido, y evitará el fecalismo al aire libre por parte de los trabajadores mediante la instalación de sanitarios portátiles y la señalización correspondiente.
<b>URB-44</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	La promovente del proyecto está en el proceso de tramitar la Concesión de Zona Federal Marítimo Terrestre para la ubicación del arranque del muelle en dicha zona.
<b>URB-45</b>	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	El promovente se apegará a lo que determine la autoridad competente en materia de reforestación de las zonas urbanas.
<b>URB-46</b>	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similar debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla realizar actividades industriales.
<b>URB-47</b>	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1,000 metros entre	La autoridad será la encargada de disponer lo que corresponda en esta materia.



	estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vidas Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	
<b>URB-48</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	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.
<b>URB-49</b>	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con las 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 periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	<p>El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios<sup>1</sup>, sin embargo la construcción del muelle rústico de madera dura de la región no interferirá en el posible arribo de estos animales o en sus actividades reproductivas que tienen lugar en la playa en el caso de que pudiera registrarse el arribo de algún ejemplar.</p> <p>El proyecto no contempla instalar barreras físicas que pudieran interferir con el desplazamiento de la fauna en la zona, tanto en la playa seca como en la húmeda ya que los pilotes de madera tendrán una separación de 2.0 y 3.2 m entre ellos, lo que permite el paso de la fauna, tampoco contempla instalar luces que pudieran modificar comportamientos en la fauna del sitio.</p>

<sup>1</sup> Comunicación personal con la bióloga Lorena Flores, Directora del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez.

		En caso de detectarse la presencia de estos organismos en la playa, se dará aviso al programa municipal antes mencionado para que se tomen las medidas pertinentes para su cuidado y correcto manejo.
<b>URB-50</b>	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratum littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana marítima</i> , <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i> y <i>Coccothrinax readii</i> .	El proyecto no contempla realizar actividades de reforestación de dunas.
<b>URB-51</b>	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</li> <li>• Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</li> <li>• Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</li> <li>• Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2m y con un 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</li> <li>• Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</li> </ul>	Las obras que se proponen no comprenden actividades de rehabilitación de dunas ni de retención de arena.
<b>URB-52</b>	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</li> <li>• Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</li> <li>• Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad</li> </ul>	El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios <sup>2</sup> , sin embargo la instalación del muelle rústico de madera dura de la región no interferirá en el posible arribo de estos animales o en sus actividades

<sup>2</sup> Comunicación personal con la bióloga Lorena Flores, Directora del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez.

	<p>de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o quipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</li> <li>• Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:       <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> </ul> </li> <li>• Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Solo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</li> </ul>	<p>reproductivas que tuvieran lugar en la playa, en el caso de que arribe algún ejemplar.</p> <p>El proyecto no contempla remover vegetación nativa o introducir especies exóticas, así como tampoco modificar la dinámica de acumulación de arena o instalar barreras físicas que pudieran interferir con el desplazamiento de la fauna en la zona, tanto en la playa seca como en la húmeda; tampoco contempla instalar luces que pudieran modificar el comportamiento de la fauna del sitio, realizar tránsito vehicular en la zona o la introducción de fauna doméstica.</p> <p>La iluminación y señalización que se instale será la que indique la SCT.</p> <p>En caso de detectarse la presencia de estos organismos en la playa, se dará aviso al programa municipal antes mencionado para que se tomen las medidas pertinentes para su cuidado y correcto manejo.</p>
<b>URB-53</b>	<p>Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</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, en un sitio carente de estas formaciones.</p>
<b>URB-54</b>	<p>En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la</p>	<p>El proyecto no contempla realizar alguna de estas actividades. En el área aledaña al proyecto no se registran estas formaciones, en su colindancia solamente hay un</p>

	<p>profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.</p>	<p>borde de roca natural y artificial de la construcción del muelle antiguo y de la propiedad que ahí se ubica.</p>
<b>URB-55</b>	<p>La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</p>	<p>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.</p>
<b>URB-56</b>	<p>En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de las cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.</p> <p>El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en esas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.</p>	<p>El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región y no pretende llevar a cabo actividades de restauración de playas.</p>
<b>URB-57</b>	<p>La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.</p>	<p>El proyecto no contempla el llevar a cabo actividades de extracción de arena.</p>
<b>URB-58</b>	<p>Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.</p>	<p>El área del proyecto corresponde al ambiente marino y de playa, por lo que no se generarán residuos del tipo que indica este criterio.</p>
<b>URB-59</b>	<p>En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y da la vegetación.</p>	

### 2.2.4. 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 (POEMRGMMC) el área del proyecto se ubica dentro del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico, abarcando sus dos componentes; en el Área Regional se localiza en la Unidad de Gestión Ambiental 138 y en el Área Marina se localiza en la UGA 174 (Figura 3).

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con el POEMRGMMC.

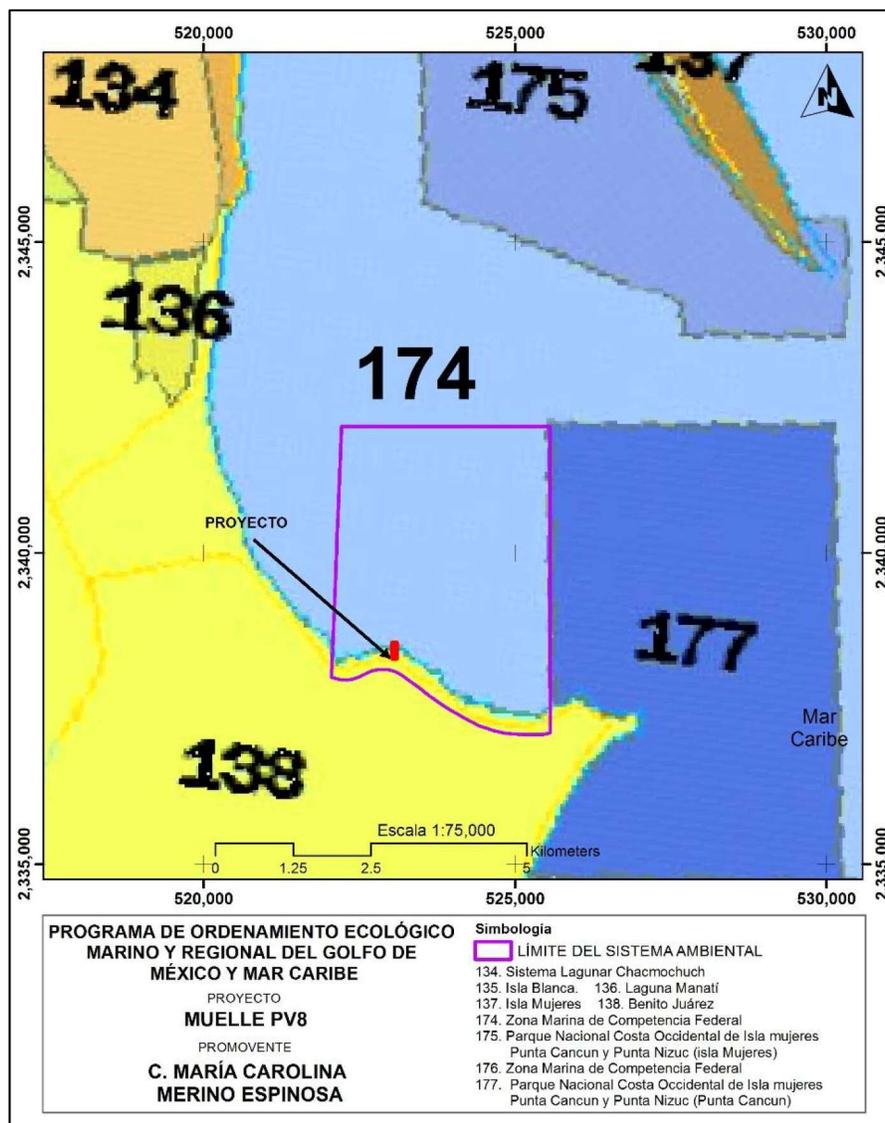
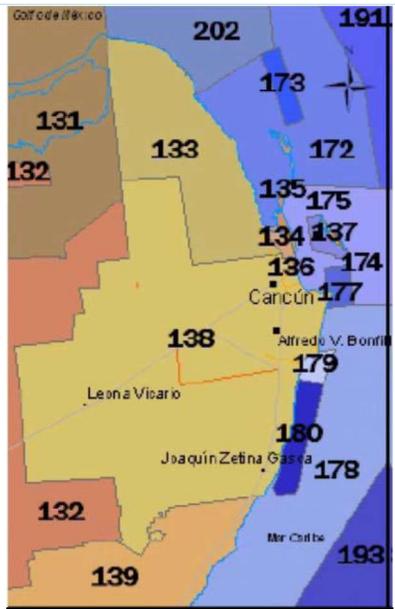


Figura 3. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” en el POEMRGMMC.

**Cuadro 7. Características UGA 138 del POEMRGMMC.**

Tipo de UGA	<b>Costera</b>
Nombre:	Benito Juárez
Municipio:	Benito Juárez
Estado:	Quintana Roo
Población:	573,325 Habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha.
Subregión:	Aplicar acciones y criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
<b>Puerto Turístico</b>	Presente
<b>Puerto Comercial</b>	Presente
<b>Puerto Pesquero</b>	Presente
Nota:	



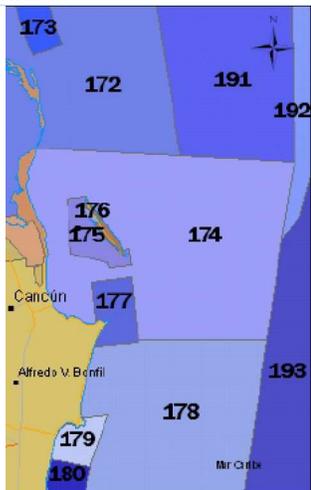
A esta UGA le son aplicables los criterios específicos que se indican a continuación.

**Cuadro 8. Acciones y criterios aplicables a la UGA 138 del POEMRGMMC.**

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

<b>A-023</b>	<b>APLICA</b>	A-048	<b>APLICA</b>	A-073	<b>APLICA</b>	A-098	NA
<b>A-024</b>	<b>APLICA</b>	A-049	NA	A-074	<b>APLICA</b>	A-099	NA
<b>A-025</b>	<b>APLICA</b>	A-050	<b>APLICA</b>	A-075	NA	A-100	NA
<b>A-026</b>	<b>APLICA</b>	A-052	<b>APLICA</b>	A-078	NA		

Cuadro 9. Características UGA 174 del POEMRGMMC.

Tipo de UGA	Marina	
Nombre:	Zona Marina de Competencia Federal	
Municipio:		
Estado:		
Población:	19 Habitantes	
Superficie:	51,122.767 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata (ZCI) Mar Caribe.	
Islas:	Presentes: Aplicar criterios para Islas	
<b>Puerto Turístico</b>		
<b>Puerto Comercial</b>		
<b>Puerto Pesquero</b>		
Nota:		

Cuadro 10. Acciones y criterios aplicables a la UGA 174 del POEMRGMMC.

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

Cuadro 11. Vinculación del proyecto con los criterios generales del POEMRGMMC.

<b>Clave</b>	<b>Acciones Generales</b>	<b>Propuesta de cumplimiento</b>
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 pretende utilizar agua potable o cruda en sus etapas.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Queda fuera de la competencia del proyecto o del promovente el realizar esta acción.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto no pretende utilizar o comercializar especies.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	<p>El proyecto no implica realizar actividades extractivas de flora y fauna.</p> <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 (Anexo 5), 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.

		Cabe señalar que no se afectará ninguna superficie de pasto marino, por lo cual tampoco se generarán gases de efecto invernadero.
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 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 parques industriales.
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.	El proyecto no se ubica en los márgenes de algún río.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas	

	inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no se ubica en una ladera y no llevará a cabo actividades agrícolas.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto se ubica en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, particularmente en la zona de mayor energía (rompiente de las olas), por lo que corresponde a un sitio en constante equilibrio dinámico. Regularmente estas áreas carecen de vegetación en función de ser sitios de alta energía y con constante movimiento de sedimentos.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	La aplicación del presente criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no se ubica en la ribera de un río, ni cerca de ella.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto no pretende realizar actividades de producción o extracción.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto no contempla el uso de tecnologías de producción.
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 innecesarios 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 funcionamiento de la maquinaria. No se prevé el uso de energía adicional.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	Se promoverá el uso adecuado de la energía eléctrica durante las actividades del proyecto dando cumplimiento a este criterio.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	En la instalación del proyecto se contempla utilizar únicamente aquellos equipos con la mayor eficiencia posible.
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 procurará utilizar solamente los combustibles más limpios que estén disponibles en el mercado y se utilizarán los aditivos de combustión adecuados a cada máquina.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	En el proyecto, actualmente no es posible realizar esta actividad.
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 bioclimáticos, 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	El proyecto no contempla la producción de cultivos.

	cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Este criterio está fuera del alcance de la naturaleza del proyecto.
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 Benito Juárez y a este instrumento ecológico normativo.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	Este criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
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 desarrollo urbano, está fuera del alcance de la naturaleza del 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.	Es atribución de las autoridades ambientales competentes llevar el registro de las sustancias RETC.
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.	<p>El proyecto considera el presente ordenamiento ecológico como aplicable, de ahí la razón de la presente vinculación con el mismo.</p> <p>El proyecto no implica ninguna actividad pesquera y no representa impactos hacia los mamíferos marinos ni especies con algún grado de protección.</p>
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 está fuera de la competencia del proyecto o del 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.	El proyecto no contempla realizar actividades productivas.

G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	De manera previa a un desastre natural se implementarán las medidas que indiquen Protección Civil y el gobierno municipal.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	En caso de un desastre natural se seguirán las indicaciones emitidas por parte de los comités de Protección Civil.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Esta actividad está fuera del alcance del proyecto o del promovente. El proyecto no implica la construcción de casas habitación.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	De forma previa al inicio de las obras, se tendrá un acercamiento con la empresa constructora donde se tratarán temas ambientales relacionados al proyecto, dentro de los cuales se encuentra el manejo adecuado de los residuos derivados de la obra de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto (Anexo 6).
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 20 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	El proyecto no considera remover vegetación forestal ya que se ubica en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, y donde se ubica el arranque no hay vegetación forestal.

	Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	
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.	El proyecto no contempla realizar actividades del sector salud, este criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
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 Residuos del proyecto (Anexo 6) 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 predio del proyecto no se encuentra dentro de un ANP. El área natural protegida más cercana al sitio corresponde al Área Natural Protegida Manglares de Nichupté, ubicada a una distancia de 430 m del área de estudio y ésta no se verá afectada por las actividades del proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El sitio elegido para la colocación del muelle rústico de madera dura de la región corresponde a un fondo marino arenoso (arenal) que no contiene vegetación acuática sumergida. De ahí que no se considere el rescate de vegetación acuática sumergida en el área del proyecto.
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 (Anexo 6).
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no implica actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El alcance del presente criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no contempla la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, corresponde a la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región, piloteado que no modificará el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales del área de desplante, especialmente del acarreo litoral.
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 proyecto no se ubica dentro de un área natural protegida.

Cuadro 12. Criterios y acciones específicas para las UGA's 138 y 174 del POEMRGMCM.

UGA 138	UGA 174	Acciones Generales	Propuesta de cumplimiento
<b>A-005</b>		Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto no contempla realizar procesos de distribución de agua cruda o potable.
<b>A-006</b>		Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El proyecto corresponde a un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla generar drenajes pluviales o generación de aguas residuales, salvo durante el proceso de instalación del muelle, donde se utilizarán los sanitarios portátiles de obra en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.
<b>A-007</b>		Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o	El proyecto corresponde a un muelle rústico de madera dura de la región que se pretende instalar sobre un sitio que presenta fondo arenoso (arenal)

		<p>restauración de ecosistemas naturales.</p>	<p>carente de vegetación acuática, el cual fue seleccionado por presentar esta característica.</p>
<p><b>A-008</b></p>		<p>Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.</p>	<p>El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios<sup>3</sup>, sin embargo la instalación del muelle rústico de madera dura de la región no interferirá en el posible arribo de estos animales o en sus actividades reproductivas que tuvieran lugar en la playa en el caso de registrar el arribo de algún ejemplar.</p> <p>El proyecto no contempla instalar barreras físicas que pudieran interferir con el desplazamiento de la fauna en la zona, tanto en la playa seca como en la húmeda, tampoco contempla instalar luces que pudieran modificar comportamientos en la fauna del sitio.</p> <p>La señalización se realizará de acuerdo a lo que marque la SCT.</p> <p>En caso de detectarse la presencia de estos organismos en la playa, se dará aviso al programa municipal antes mencionado para que se tomen las medidas pertinentes para su cuidado y correcto manejo.</p>
<p><b>A-009</b></p>		<p>Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.</p>	<p>En las diferentes etapas del proyecto se darán todas las facilidades al personal y autoridades que realizan actividades de inspección y vigilancia relacionadas con las tortugas marinas. En caso de detectarse la presencia de estos organismos en la playa, se dará aviso al programa municipal arriba mencionado para que se tomen las medidas pertinentes para su cuidado y correcto manejo.</p>

<sup>3</sup> Comunicación personal con la bióloga Lorena Flores, Directora del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez.

<b>A-010</b>		Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Este criterio está fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
<b>A-011</b>		Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de madera dura de la región en una playa arenosa. No se registran actividades agropecuarias en el sitio del proyecto o en su cercanía.
<b>A-012</b>		Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	En el sitio del proyecto no se registran estas formaciones y no cuenta con vegetación por tratarse de la zona marina y su rompiente en una playa arenosa.
<b>A-013</b>		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.
<b>A-014</b>		Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	En el sitio del proyecto no se registran manglares o humedales, y el proyecto no contempla actividades que los puedan afectar dada la distancia que los separa de ellos.
<b>A-015</b>		Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	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, incluida la rompiente. El sitio de desplante no presenta este tipo de formaciones ni tampoco se registran en su proximidad.
<b>A-016</b>		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.
<b>A-017</b>		Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El sitio del proyecto corresponde a la zona marina y zona federal marítimo terrestre en una playa arenosa, y no corresponde a una zona degradada. Estos sitios presentan alta energía por efectos del oleaje incidente y su rompimiento, así como constante movimiento de sedimentos, por lo que comúnmente y de forma natural son

<b>A-018</b>			<p>carentes de vegetación. El proyecto no contempla modificar las características naturales del sitio donde se desplantará.</p>
		<p>Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental - Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre - Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).</p>	<p>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 fauna que se detecten de manera previa al inicio de actividades. El proyecto aplicará las medidas de protección y conservación incluidas en el Programa de Rescate de Fauna (Anexo 5) 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 el área de estudio.</p>
		<p>Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.</p>	<p>El proyecto no contempla llevar a cabo programa de remediación alguno.</p>
<b>A-021</b>		<p>Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.</p>	<p>Durante la etapa de construcción 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 carga, 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</p>



		<p>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.</p> <p>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 localizado en el predio colindante) y disponerlos 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 (Anexo 5) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>A-022</b>		<p>Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.</p> <p>La zona marina de interés no presenta afectaciones por la presencia de hidrocarburos.</p>
<b>A-023</b>		<p>Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.</p> <p>Durante el abasto de combustible a la maquinaria pudieran generarse derrames accidentales de combustibles. De tal manera que se habilitará en el lote 8 aledaño, al 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 (Anexo 5) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>A-024</b>		<p>Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.</p>	<p>Durante la construcción del muelle rústico de madera dura de la región, se tendrá el cuidado de utilizar maquinaria y equipos en buenas condiciones mecánicas para minimizar la emisión de contaminantes a la atmósfera.</p>
<b>A-025</b>		<p>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>	<p>Durante el abasto de combustible a la maquinaria pudieran generarse derrames accidentales de combustibles. De tal manera que se habilitará en el lote 8 aledaño, al 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 (Anexo 6) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>A-026</b>		<p>Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de</p>	<p>El proyecto no contempla desarrollar actividades industriales.</p>



		emisiones de gases de efecto invernadero.	
<b>A-027</b>		Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto corresponde a la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región de 77.28 m <sup>2</sup> de superficie, sujetado con 24 pilotes hincados directamente en el fondo marino sin cimentación alguna. De esta superficie solamente 17.40 m <sup>2</sup> corresponde al arranque del muelle que se ubicará en la playa, el cual será de madera y piloteado sobre el nivel natural del sustrato (arena y roca) para permitir el movimiento de esta y del agua debajo del mismo.
<b>A-028</b>		Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El sitio donde se pretende instalar el muelle rústico corresponde a una playa arenosa angosta y no presenta formación de dunas.
<b>A-029</b>		Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El sistema de corrientes del Sistema ambiental y de su zona de influencia es complejo ya que se generan a partir de la bifurcación de la corriente principal que pasa frente a la Zona Hotelera de Cancún (Corriente de Yucatán). Una de sus ramas toma la dirección Noroeste al penetrar en la Bahía de Mujeres. Otra rama sigue su dirección al Norte pasando por "fuera" de Isla Mujeres. Existen corrientes de retorno que circulan de Noroeste a Sureste del SA y se potencializan con la presencia de Nortes y son una de las causas de que en la zona se den procesos erosivos y pérdidas de playa.
<b>A-030</b>		Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, sujetado al fondo con 24 pilotes de madera de 0.3m de diámetro, separados entre sí por una distancia de 2.0 y 3.2 m, hincados directamente en el fondo marino. Dadas las características rústicas y dimensiones del muelle 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 costa.
<b>A-031</b>		Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no contempla modificar barra arenosa alguna. No se registran estas formaciones en el sitio del proyecto.
<b>A-032</b>		Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Dadas las características y dimensiones del proyecto, no se anticipan modificaciones de las características naturales, físicas y químicas de la playa. El sitio del proyecto no cuenta con formaciones de dunas costeras.
<b>A-033</b>		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.
	<b>A-034</b>	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.
<b>A-037</b>		Promover la generación energética por medio de energía solar.	En el proyecto solo se prevé la utilización de plantas de energía convencionales de manera temporal durante la etapa de construcción.
<b>A-038</b>		Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El proyecto no contempla el generar residuos agrícolas.
<b>A-040</b>		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.	El proyecto no contempla llevar a cabo actividades de pesca extractiva o producción acuícola. Ni de fauna de acompañamiento.
	<b>A-041</b>	Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las	

		pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
	<b>A-042</b>	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.	
	<b>A-043</b>	Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	
<b>A-044</b>		Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
	<b>A-045</b>	Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	
<b>A-046</b>		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.	Estas actividades se encuentran fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
	<b>A-047</b>	Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	
<b>A-048</b>		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.	
<b>A-050</b>		Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	Las indicaciones del presente criterio están fuera de la competencia del proyecto o del promovente.

<b>A-051</b>	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto no contempla la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos.
<b>A-052</b>	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto no considera desarrollar actividades agrícolas.
<b>A-053</b>	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no contempla desarrollar actividades productivas.
<b>A-054</b>	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
<b>A-055</b>	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	Esta actividad se encuentra fuera de la competencia del proyecto o del promovente.
<b>A-057</b>	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El proyecto no implica el establecimiento de zonas urbanas.
<b>A-058</b>	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	La realización de estas actividades está fuera de la competencia del proyecto y del promovente.
<b>A-059</b>	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento estatal básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
<b>A-060</b>	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
<b>A-061</b>	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las	

	localidades de mayor marginación.	
<b>A-062</b>	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	<p>Se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen como se indica a continuación:</p> <p>Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen serán colectados en botes diferenciados, almacenados temporalmente y trasladados al sitio de disposición final, para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.</p> <p>Las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante el uso de los sanitarios portátiles, serán extraídas por parte de la empresa arrendadora, quién se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento para su disposición final.</p> <p>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 localizado en el predio colindante) y disponerlos 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 (Anexo 5) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>A-063</b>	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un muelle rústico para servicio privado del propietario del lote 8, por lo que no implica el establecimiento de viviendas ni generación de aguas residuales que se canalicen hacia la planta de
<b>A-064</b>	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	



<b>A-065</b>	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	tratamiento municipal, de ahí que estos criterios no le aplican.
<b>A-066</b>	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	
<b>A-067</b>	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto no contempla desarrollar infraestructura para la captación de aguas pluviales ni interferir en la que se da de manera natural en el sitio donde se propone construir.
<b>A-068</b>	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos (sólidos urbanos y de manejo especial), los cuales serán colectados por separado en contenedores, resguardados y almacenados temporalmente en un sitio con piso firme de concreto localizado en el lote 8 colindante, y entregados al servicio de limpia municipal para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire.  Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán los sanitarios portátiles de obra en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora autorizada quién se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento para su disposición final.  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 localizado en el lote 8 colindante al muelle) y
<b>A-069</b>	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	

			<p>disponerlos 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 (Anexo 6) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>A-070</b>		<p>Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.</p>	<p>Desde el inicio de la construcción del proyecto se llevará a cabo la colecta de los residuos sólidos urbanos que se encuentren ya dispersos (ajenos al proyecto) en la zona costera para su posterior traslado al sitio de disposición final del municipio. Por parte del proyecto se implementarán las medidas propuestas en el Programa de Manejo de Residuos (Anexo 6) para evitar cualquier dispersión de residuos en la zona de trabajo y operación del proyecto.</p>
<b>A-071</b>		<p>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.</p>	<p>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.</p>
<b>A-072</b>		<p>Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.</p>	<p>El proyecto no contempla llevar a cabo la operación de desarrollos turísticos.</p>
<b>A-073</b>		<p>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</p>	<p>El proyecto corresponde a la construcción de un muelle rústico de madera dura de la región para dar apoyo a embarcaciones menores.</p>

<b>A-074</b>		sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	
		Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	

A la UGA 174 del POEMRGMMC, 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 13. Criterios del POEMRGMMC de aplicación en la Zona Costera inmediata del Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Propuesta de cumplimiento
<b>ZMC-01</b>	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.	En el área de estudio del proyecto no se presenta formación de arrecife <sup>4</sup> . Si bien se registraron algunas colonias pequeñas dispersas de coral <i>Siderastrea siderea</i> , el muelle no se localiza en la ubicación de ninguna de ellas. Esta especie fue la más importante, se considera resistente al estrés hidrometeorológico y soporta con éxito la presencia de sedimentos y moderadamente el efecto de algunos contaminantes (ECURED, 2016). Esto en cierta forma explica el hecho de que sea una especie próspera e importante en el área de estudio, justo en la zona donde hay más arena suspendida en la columna de agua aumentando la posibilidad de taponeo de los pólipos. Esta resuspensión de sedimentos es constante en la zona, debido a la energía del oleaje que se presenta a lo largo del año, y es constante

<sup>4</sup> Arrecife.- Banco o bajo formado en el mar por piedras, puntas de roca o políperos, principalmente madreporicos, casi a flor de agua (POEMRGMMC).

		<p>debido a la importante cantidad de bañistas que acuden al sitio ya que hay cerca un acceso público a la playa.</p> <p>En función de lo anterior, y dadas las características y dimensiones del proyecto del muelle rústico, se anticipa que no se verán afectados.</p> <p>Adicionalmente, se elaboró un Programa de Rescate de Fauna (Anexo 4) en el cual se incluyen las medidas preventivas para evitar al máximo la afectación de especies de fauna que al momento de la construcción del proyecto pudieran ubicarse en el sitio de su localización e inmediaciones.</p>
<b>ZMC-02</b>	<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>El área de estudio tiene una extensión de 14,775.02 m<sup>2</sup> (100%), en ella existen dos ambientes distintos bien diferenciados: arenales y pastizales, los primeros van desde la rompiente hasta 32 m mar adentro aproximadamente, cubriendo una extensión de 4,643.62 m<sup>2</sup>, lo que representa 31.43% del área de estudio; los segundos van de los 32 m contados a partir de la rompiente hacia mar adentro, cubriendo una extensión de 10,131.40 m<sup>2</sup>, lo que representa 68.57 % del área de estudio.</p> <p>El área de aprovechamiento del proyecto fue seleccionada por presentar un fondo arenoso o arenal desprovisto de pastos marinos (ver capítulo IV de la presente MIA-P). El proyecto se desplanta en la zona de arenales, 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.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto, el muelle será utilizado para el atraque de embarcaciones menores de pequeño calado de uso particular, por lo que no se</p>

		<p>anticipan afectaciones a los pastos marinos. Existen otros muelles rústicos en operación, similares dentro del sistema ambiental, donde no se observan afectaciones en los pastizales adyacentes a ellos. Se anticipa que el proyecto tampoco afecte a estas comunidades.</p>
<b>ZMC-03</b>	<p>Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>En el proyecto no se pretende realizar la captura de estos organismos, solamente se contempla realizar el rescate de los individuos de fauna bentónica o de poca movilidad como moluscos, equinodermos y artrópodos, entre otros, que se ubiquen en el área de aprovechamiento del proyecto. Esta área de aprovechamiento comprende debajo de la sombra que proyecta el muelle sobre el fondo marino, así como en una franja perimetral a éste, de 3 m de ancho.</p> <p>Los organismos rescatados se trasladarán a las zonas sin aprovechamiento dentro del mismo sistema ambiental del proyecto de conformidad con el Programa de Rescate de Fauna del proyecto (Anexo 5).</p>
<b>ZMC-04</b>	<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 sitio de desplante del proyecto no es una zona coralina, corresponde a un arenal, que presenta pequeñas colonias aisladas de corales que son resistentes a las condiciones de arenal y resuspensión de sedimentos que prevalece en el sitio.</p> <p>El proyecto no considera instalar puntos de anclaje, solamente hincará 24 pilotes de madera dura directamente en el fondo marino sin utilizar cimentación alguna.</p> <p>En las áreas de ocupación de los pilotes del muelle no se registraron ejemplares de corales.</p>
<b>ZMC-05</b>	<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>El proyecto no pretende realizar la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos, únicamente rescatará aquellos organismos de lento desplazamiento que se encuentren en el área de aprovechamiento del proyecto, y en una franja de 3 m, perimetral a ésta. El rescate se realizará de conformidad con el Programa de Rescate de Fauna que forma parte de esta MIA-P (Anexo 5). En el área del proyecto y su área de maniobra</p>

		perimetral, no se registraron ejemplares de corales ni de pastos marinos.
<b>ZMC-06</b>	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no contempla realizar la construcción de estructuras promotoras de playa.
<b>ZMC-07</b>	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>Durante el abasto de combustible a la maquinaria pudieran generarse derrames accidentales de combustibles. De tal manera que 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. 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 (Anexo 6) que forma parte de la presente MIA-P.</p>
<b>ZMC-08</b>	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 Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios <sup>5</sup> , sin embargo se acatará lo dispuesto en el presente criterio, restringiéndose el horario de operación del muelle rústico solamente del amanecer al ocaso.
<b>ZMC-09</b>	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona,	Aun cuando no se presentan formaciones de arrecife en el área del proyecto, para

<sup>5</sup> Comunicación personal con la bióloga Lorena Flores, Directora del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez.

	<p>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>	<p>evitar cualquier daño a la fauna bentónica se prevé la colocación de mallas antidispersión al momento de la colocación (hincado) de los pilotes. Dadas las características y dimensiones del proyecto, no se anticipa afectaciones a estas formaciones.</p> <p>Las formaciones de arrecife más cercanas se localizan dentro del polígono del área natural protegida Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, el cual dista en 2.40 km del área de desplante del muelle rústico.</p>
<b>ZMC-10</b>	<p>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.</p>	<p>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 sólidos, mismos que permanecerán colocados durante la etapa de operación del proyecto.</p>
<b>ZMC-11</b>	<p>Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.</p>	<p>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.</p>
<b>ZMC-12</b>	<p>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>	<p>El proyecto consiste en la instalación de un muelle rústico de madera para el atraque temporal de embarcaciones menores (embarcaciones menores a 500 TRB y 49 pies de eslora).</p> <p>El muelle rústico contará con 24 pilotes de madera dura hincados directamente en el fondo marino. Cada pilote cuenta con un diámetro de 0.30 m, lo que corresponde a un área de 0.07 m<sup>2</sup> por pilote y a un área de 1.68 m<sup>2</sup> por los 24 pilotes. La separación entre pilotes es de 2.0 y 3.2 m. Dadas las características y dimensiones del proyecto,</p>

		<p>no se anticipan modificaciones a los procesos de transporte litoral ya que el área total que ocuparán los 24 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. La madera del muelle no contendrá tratamientos químicos que pudieran modificar la calidad del agua marina una vez que hayan sido hincados los pilotes. El área de desplante del proyecto corresponde a un arenal. No se anticipan afectaciones a la comunidad de pastos marinos adyacente. En el sistema ambiental existen muelles similares en operación, donde no se observan afectaciones a los pastizales adyacentes a ellos, por lo que se espera que el proyecto se comporte de la misma forma durante la etapa de operación.</p>
<b>ZMC-13</b>	<p>Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.</p>	<p>Si bien el proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, no contempla el desarrollar la pesca comercial. Para el caso de las embarcaciones menores que realicen actividades de pesca deportiva y que lleguen a hacer uso del muelle rústico de madera, se acatará la presente disposición.</p>
<b>ZMC-14</b>	<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</p>	<p>El proyecto de interés se ubica en las UGA's 138 y 174 del POEMRGMMC a las cuales no les aplica este criterio.</p>

	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.	
--	---	--

En cuanto a los criterios para Islas, no se especifica cuáles le son aplicables a la UGA 174, por lo que se presenta la vinculación con todos los criterios de islas.

Cuadro 14. Criterios de regulación ecológica para las Islas.

<b>Clave</b>	<b>Criterio de Regulación Ecológica para Islas</b>	<b>Propuesta de Cumplimiento</b>
IS -01	Se deberá evitar la sobrepoblación en la Isla.	El predio se encuentra en la zona hotelera de Cancún, en una porción terrestre y en la zona marina del Municipio Benito Juárez
IS -02	Se promoverá la constitución o construcción de refugios anticiclónicos suficientes para la totalidad de la población residente en la Isla.	No compete al proyecto.
IS -03	Se deberá promover la inversión para el uso de sistemas de potabilización de agua in situ mediante técnicas de desalinización de agua de mar.	Durante la construcción de las obras, el agua cruda se abastecerá a través de la red de agua potable municipal. Mientras que para la operación no se requerirá de ella.
IS -04	La construcción de marinas y muelles de gran tamaño y de servicio público o particular, deberá evitar los efectos negativos sobre la estructura y función de los ecosistemas costeros.	El proyecto no pretende la construcción de muelles o marinas de gran tamaño. El muelle que se propone consiste en un muelle pequeño para uso particular del propietario del lote 8 colindante, y para embarcaciones menores.
IS -05	Inducir la reglamentación y mecanismos de control, vigilancia y monitoreo sobre el uso de productos químicos, así como inducir a la supervisión y control de los depósitos de combustible incluyendo a la transportación marítima y terrestre.	Durante la construcción y operación del proyecto se utilizará un área habilitada dentro del lote 8 colindante propiedad de la promovente, para el suministro de combustible, diésel o uso de algún producto químico que se requiera, para garantizar un manejo adecuado de estos.

IS -06	<p>En los arrecifes tanto naturales como artificiales no se deberá arrojar o verter ningún tipo de desecho sólido o líquido y, en su caso, el aprovechamiento extractivo de organismos vivos, muertos o materiales naturales o culturales sólo se realizará bajo los supuestos que señala la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p>	<p>El proyecto no afectará arrecifes naturales ni artificiales, por lo que no se prevén afectaciones sobre estos ecosistemas ni sus organismos o materiales.</p>
IS -07	<p>Los prestadores de servicios acuáticos deben respetar los reglamentos que la autoridad establezca para fomentar el cuidado y preservación de la flora y fauna marinas.</p>	<p>El proyecto no prevé prestar servicios acuáticos por lo que no le son aplicables estos criterios.</p>
IS -08	<p>Las actividades de buceo autónomo y buceo libre deben sujetarse a los reglamentos vigentes para dicha actividad en la zona en cuanto a: profundidad de buceo, distancia para video y fotografía submarina, zonas de ascenso y descenso, pruebas de flotabilidad, equipos de seguridad, número de usuarios por guía, zonas de buceo diurno y nocturno, medidas para el anclaje, respeto a las señalizaciones y a la normatividad de uso de la Zona Federal Marítimo Terrestre.</p>	<p>El muelle será de uso privado del propietario del lote 8 colindante con el sitio del proyecto. Las embarcaciones menores que arriben a él se apegarán a las señalizaciones y normatividad que marque el uso de la ZOFEMAT.</p> <p>El área del proyecto está aledaña a un acceso a playa pública, por lo que constantemente arriban bañistas que practican el esnorkeo.</p>
IS -09	<p>El anclaje de embarcaciones sólo se permitirá en zonas arenosas libres de corales y/u otras comunidades vegetales o animales, mediante anclas para arena.</p>	<p>El proyecto se apegará a lo que marque este criterio para el anclaje de las embarcaciones menores que arriben a él.</p>
IS -10	<p>En las colonias reproductivas de aves costeras o marinas de las islas, se deberán evitar el desarrollo de actividades o infraestructura que alteren las condiciones necesarias para mantener la viabilidad ecológica y/o la restauración de dichas colonias de anidación.</p>	<p>El proyecto no prevé afectaciones sobre las aves ni otro tipo de organismos, dado que se seguirán las medidas para su protección.</p>
IS -11	<p>Las construcción u operación de obras o desarrollo de actividades que requieran llevar a cabo el vertimiento de desechos u otros materiales en aguas marinas mexicanas, deberán contar con los permisos que para el efecto otorga la Secretaría de Marina y en su caso, las demás autoridades competentes.</p>	<p>El proyecto tramitará los permisos correspondientes ante la Secretaría de Marina, y de Comunicaciones y Transportes en la materia que regulen cada una de ellas. Así como ante otras autoridades que estén involucradas en la construcción y operación del muelle.</p>

IS-12	Se deberá evitar la introducción de especies no nativas de la isla y procurar la erradicación de aquellas que ya han sido introducidas.	El proyecto no implica la introducción de especies vivas de organismos, por lo que este criterio no le aplica.
IS-13	Se deberá mantener la cobertura vegetal nativa de la isla al menos en un 60%.	Este criterio no es aplicable al proyecto dado que no se encuentra en una isla.
IS-14	En Islas con población residente menor a 50 habitantes sólo se autorizarán obras destinadas a señalización por parte de la SEMAR y la SCT así como obras destinadas a investigación debidamente concertadas con la SEMARNAT, la SCT y la SEMAR.	Estos criterios no son aplicables al proyecto.
IS-15	Toda actividad que se vaya a llevar a cabo en islas que se encuentren dentro de un ANP deberá llevarse a cabo conforme a la normatividad aplicable, así como contar con consentimiento por escrito de la Dirección del ANP y la SEMAR.	
IS-16	Se recomienda que las instituciones gubernamentales y académicas apoyen la actualización de los estudios poblacionales que permitan definir las especies, volúmenes de captura y artes permitidas para la actividad pesquera tanto deportiva como comercial, así como las temporadas de veda.	

### 2.2.5. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, 2014.

Por su ubicación en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, el sitio del proyecto se encuentra fuera del área de aplicación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 16 de octubre de 2014, en el Tomo III, No. 91 Bis, Octava Época (PDU)(Figura 4), de acuerdo con el cual no tiene un uso de suelo asignado, por lo que no corresponde realizar la vinculación del proyecto con este instrumento normativo.

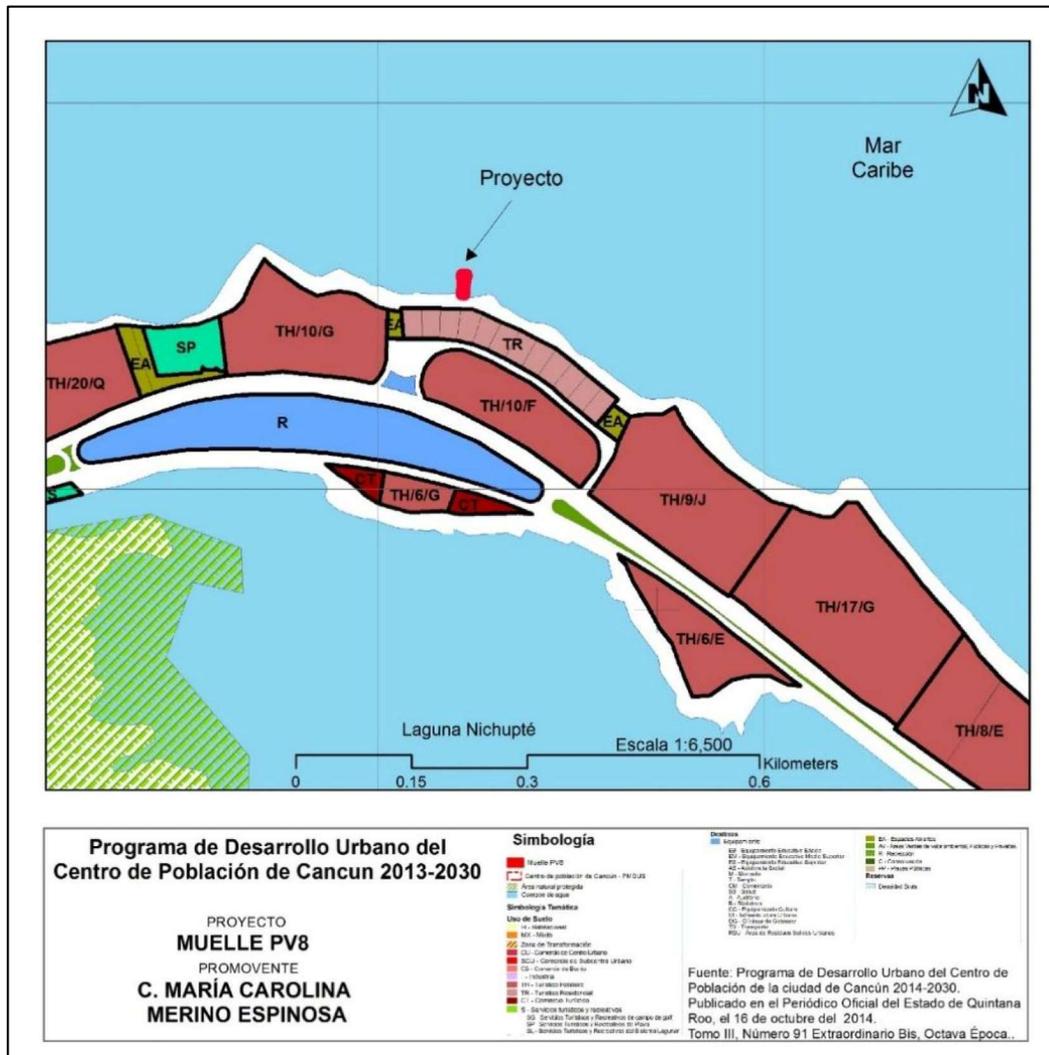


Figura 4. Ubicación espacial del área del proyecto "Muelle PV8" en el PDU.

### 2.2.6. Decretos de Áreas Naturales Protegidas.

El área donde se ubicará el proyecto no queda comprendida dentro de los polígonos de ningún ANP del Municipio.

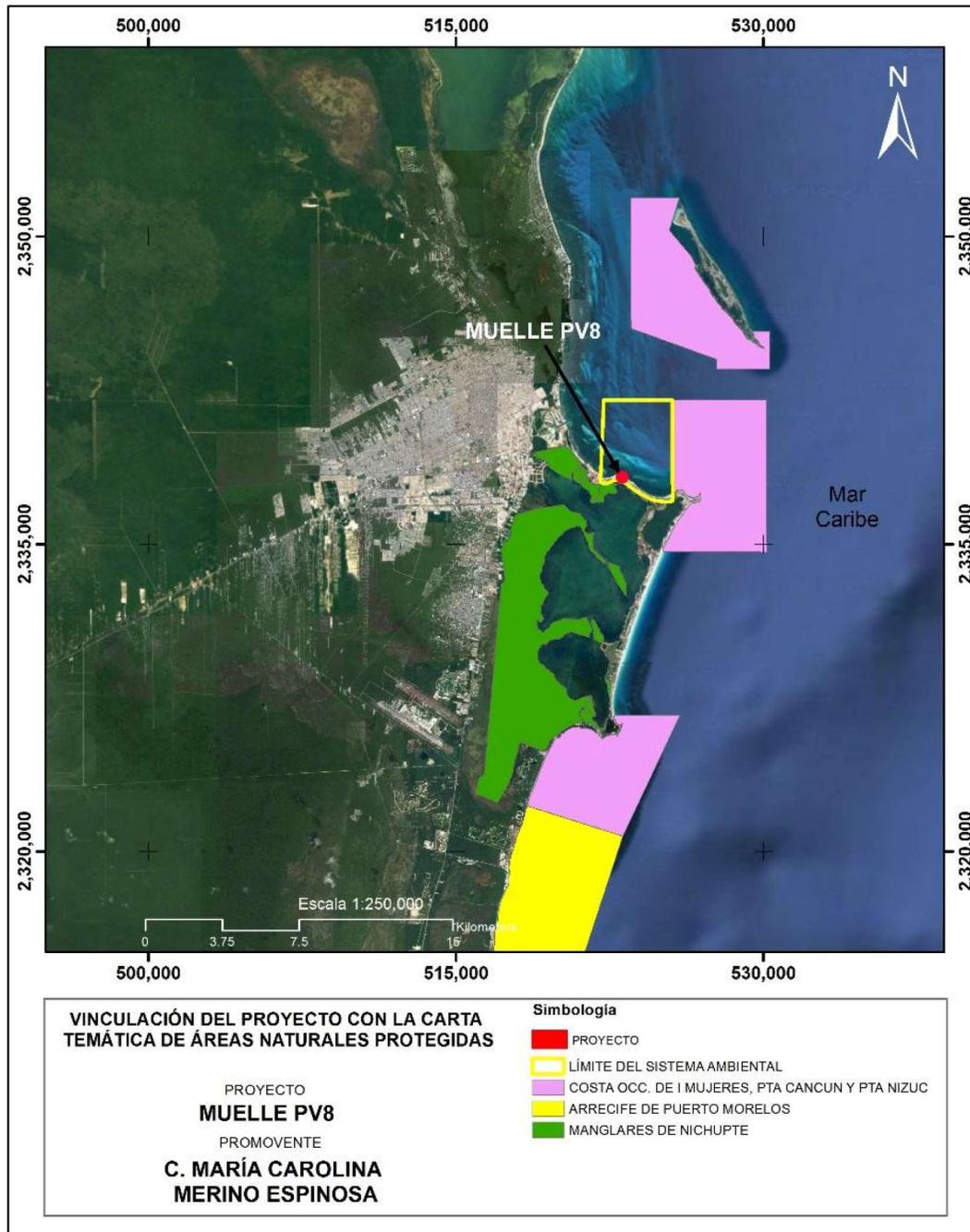


Figura 5. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” respecto a las áreas naturales protegidas próximas a éste. Obsérvese que el proyecto no se encuentra dentro de ningún ANP.

### **-Área Natural Protegida Manglares de Nichupté.-**

El área del proyecto no se encuentra ubicada dentro del polígono del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté y tampoco se encuentra colindante con él. De hecho, se encuentra a una distancia de aproximadamente 450 m, desde el arranque del muelle rústico de madera dura de la región hasta el punto más cercano del polígono 6 del ANP.

**-Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.-**  
 Por otra parte, el área de desplante del proyecto tampoco se encuentra ubicada dentro del polígono del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc y tampoco se encuentra colindante con éste, se encuentra a una distancia aproximada de 2.40 km, desde el arranque del muelle hasta el límite oeste del polígono de dicha ANP.

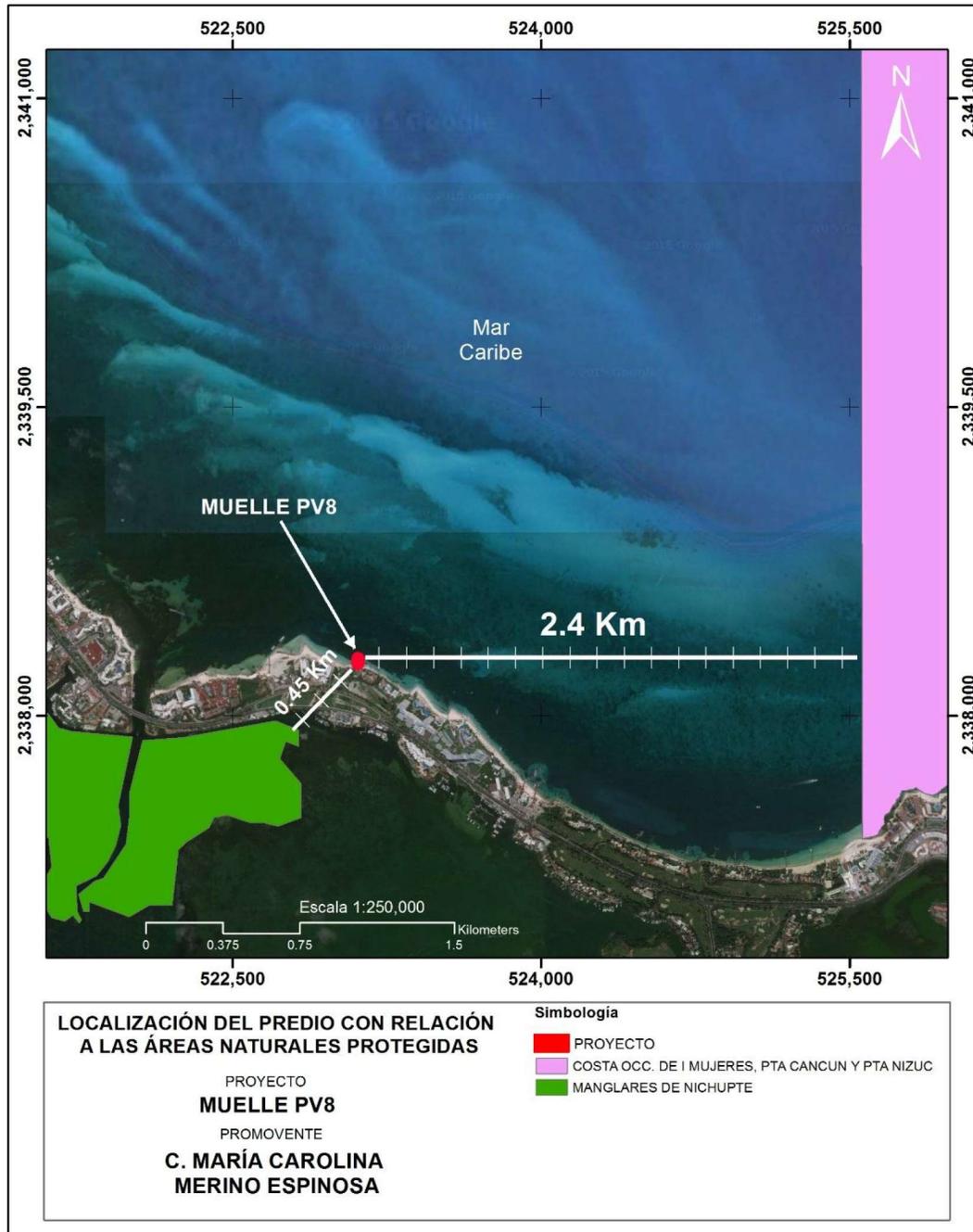


Figura 6. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” respecto a las áreas naturales protegidas próximas a éste. Obsérvese que el proyecto no se encuentra dentro de ningún ANP.

### 2.2.7. Normas Oficiales Mexicanas.

**NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.-**

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 15. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica de acuerdo con 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 2.2.2., 2.2.3., y 2.6.)
<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 que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, 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.
<b>Especie Sujeta a</b>		Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su

<b>Protección especial</b>		viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
<b>Endémica</b>		Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y a las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

De las especies de flora y fauna registradas en el área de estudio del proyecto (ver Capítulo IV de la presente MIA-P) ninguna se encuentra enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

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

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

El sitio del proyecto no forma parte de la zona de recorridos de vigilancia del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez, por tratarse comúnmente de playas estrechas, regularmente sin reportes de arribo de quelonios<sup>6</sup>, por tal razón la presente norma oficial mexicana no es de aplicación al proyecto, sin embargo la instalación del muelle rústico de madera dura de la región no interferirá en el posible arribo de estos animales o en sus actividades reproductivas en caso de que pudieran llegar a tener lugar en la playa del área del proyecto.

El proyecto no contempla instalar barreras físicas que pudieran interferir con el desplazamiento de la fauna regional en la zona, tanto en la playa seca como en la húmeda, tampoco contempla instalar luces que pudieran modificar comportamientos en la fauna del sitio.

El proyecto consiste en la instalación y operación de un muelle rústico de madera dura de la región, fijado al fondo marino mediante 24 pilotes de madera, de 0.3 m de diámetro cada uno, y con una distancia entre ellos de 2.0 y 3.2 m, por lo que permitirá el paso de la fauna marina a través de ellos.

En caso de detectarse la presencia de estos organismos en la playa, se dará aviso al programa municipal antes mencionado para que se tomen las medidas pertinentes para su cuidado y correcto manejo.

---

<sup>6</sup> Comunicación personal con la bióloga Lorena Flores, Directora del Programa de Protección y Manejo de Tortugas Marinas de la Dirección General de Ecología del Municipio de Benito Juárez.

## **NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 60 TER.-**

En relación con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, y la NOM-022-SEMARNAT-2003<sup>7</sup>, en sus numerales 4.0 al 4.43, cabe señalar que la instalación y operación del muelle rústico de madera dura de la región que se propone realizar no afecta ningún área de manglar, ya que el área de estudio del proyecto no presenta este tipo de vegetación.

Se realizó el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando la vegetación de manglar que se encuentra en el sistema ambiental definido para el proyecto, y que dentro del área de estudio no existe vegetación de manglar ni en sus colindancias. De ahí que la distancia de las obras al manglar más próximo sobrepasa por mucho la distancia de 100 m que solicitan los numerales 4.14 y 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Del límite oeste del área del proyecto al manglar más cercano existe una distancia de 0.30 Km aproximadamente. Este manglar corresponde a manglar de borde de *Conocarpus erectus* de la Laguna Bojórquez que se ha mantenido por la dinámica hidrológica de dicha laguna y su contacto subterráneo con el mar, este manglar queda ubicado fuera de los límites del SA. Dentro del Sistema ambiental, el manglar más cercano al proyecto está a una distancia de 2.05 Km aproximadamente y corresponde a fragmentos remanentes de *Conocarpus erectus* localizados dentro del campo de golf de la región conocida como Pok ta pok. En la imagen siguiente se muestra la distancia del manglar del SA conforme a la ubicación del proyecto.

---

<sup>7</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003.

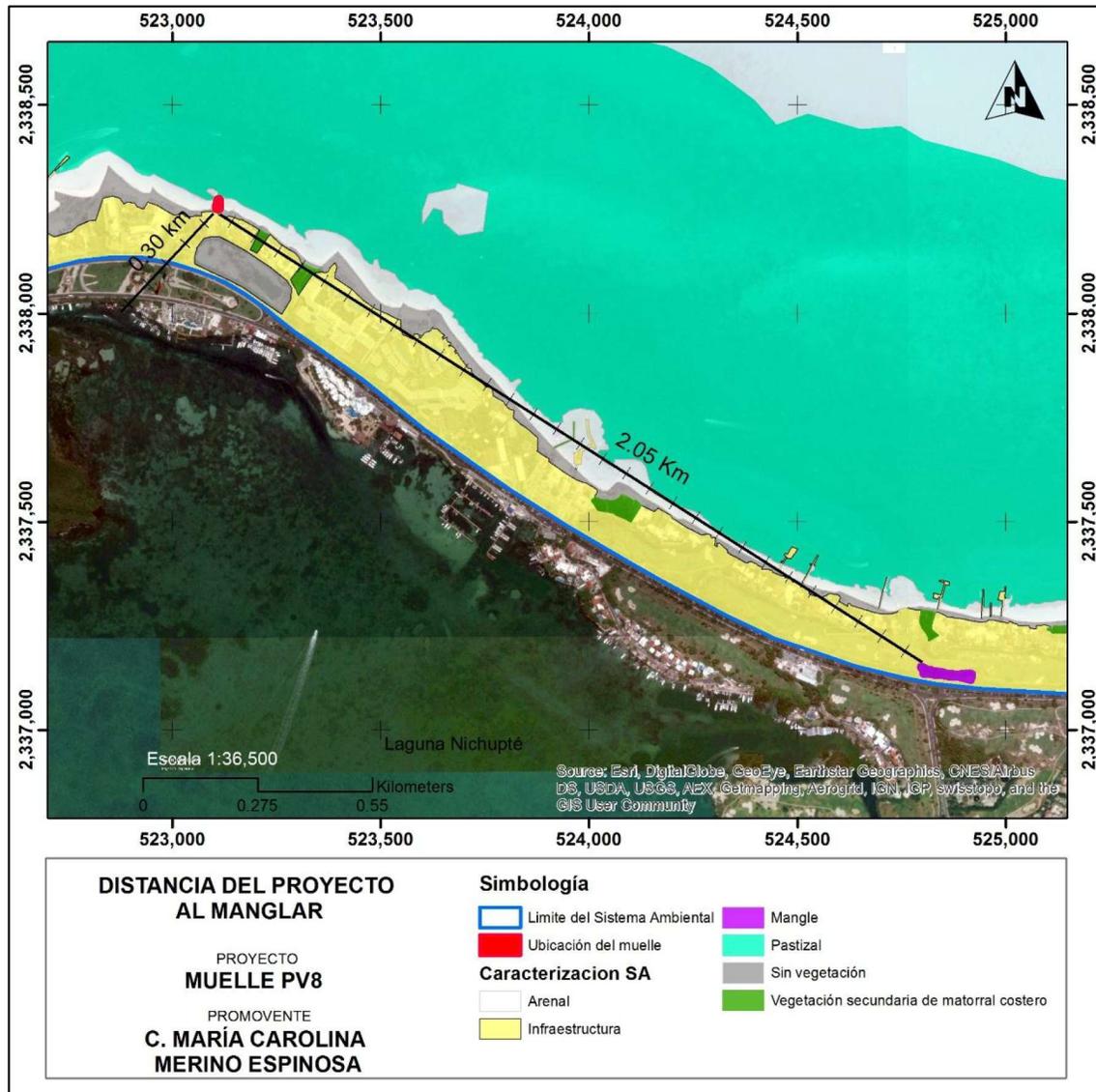


Figura 7. Se muestra la distancia del manglar conforme a la ubicación del proyecto.

### 2.2.8. Regiones Prioritarias para la Conservación.

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, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna

importancia, sin embargo no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el País, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial. En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, se trata de la Región Hidrológica prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum, y a continuación se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

### *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 área del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km<sup>2</sup>.

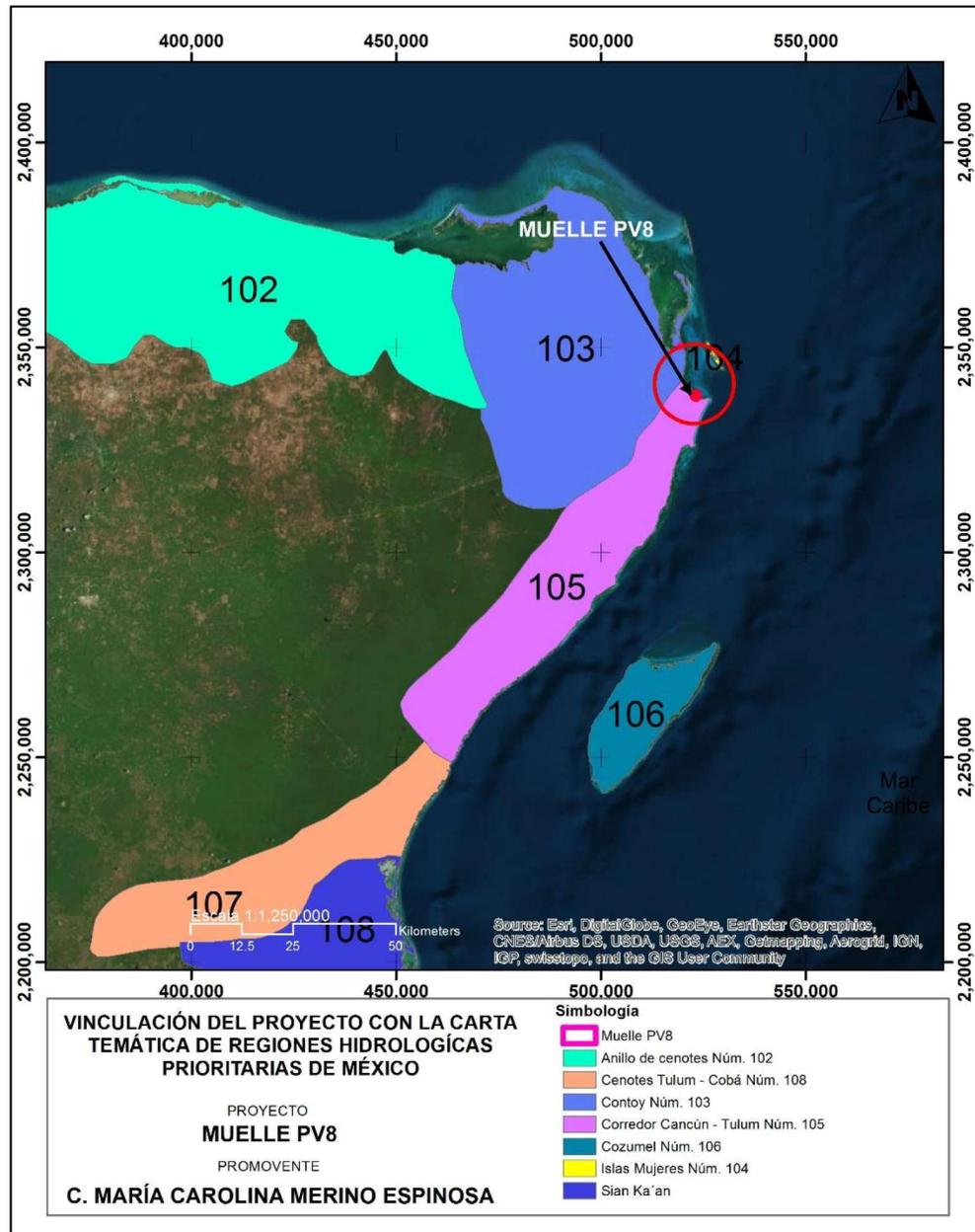


Figura 8. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” respecto a la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

Lénticos:	<b>Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales</b>
Lóticos:	Aguas subterráneas
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: <i>Acacia globulifera</i> , <i>tasiste Acoelorrhaphe wrightii</i> , <i>Annona glabra</i> , <i>Atriplex cristata</i> , <i>Bactris balanoidea</i> , <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 reflex flora</i> , <i>C. uvifera</i> , <i>palma 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> , <i>palo de tinte Haematoxylum campechianum</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Hyperbaena winzerlingii</i> , <i>Ipomoea violacea</i> , <i>chicozapote Manilkara zapota</i> , <i>checén Metopium brownei</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P. chiricana</i> , <i>palma Pseudophoenix sargentii</i> , <i>mangle rojo Rhizophora mangle</i> , <i>palma chit Thrinax radiata</i> . La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como <i>Amphora ovalis</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cymbella turgida</i> , <i>Diploneis puella</i> , <i>Eunotia maior</i> , <i>E. monodon</i> , <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>G. lanceolatum</i> , <i>Nitzchi ascalaris</i> , <i>Synedra ulna</i> y <i>Terpsinoe musica</i> . Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo <i>Antromysis (Antromysis) cenotensis</i> ; el anfípodo <i>Tulumella unidens</i> ; el palemónido <i>Creaseria morleyi</i> ; los decápodos <i>Typhlatya mitchelli</i> y <i>T. pearsei</i> ; los copépodos <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Eucyclop sagilis</i> , <i>Macrocyclus albidus</i> , <i>Mastigodiatto mustexensis</i> , <i>Mesocyclop sedax</i> , <i>Mesocyclop ssp. 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>Cyprinotusputei</i> , <i>C. symmetricus</i> , <i>Darwinulaste venisoni</i> , <i>Eucypris cisternina</i> , <i>E. serrato marginata</i> , <i>Herpeto cypris meridiana</i> , <i>Meta</i>



	<p><i>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 friedrichsthali</i>, <i>C. robertsoni</i>, <i>C. salvini</i>, <i>C. synspilum</i>, <i>C. urophthalmus</i>, <i>Petenia splendida</i> y <i>Thorichthys meeki</i>; los poecílidos <i>Belonesox belizanus</i>, <i>Gambusia yucatanana</i>, <i>Heterandria bimaculata</i>, <i>Poecilia mexicana</i>, <i>P. orrii</i> <i>P. petenensis</i>; la anguila americana <i>Anguilla rostrata</i>, el carácido <i>Astyanax aeneus</i> y el bagre <i>Rhamdia guatemalensis</i>. Endemismos del isópodo <i>Bahalana mayana</i>; de los anfípodos <i>Bahadzia bozanici</i>, <i>Mayaweckelia cenoticola</i>, <i>Tuluweckelia cernua</i>; del ostrácodo <i>Danielopolina mexicana</i>; del remípedo <i>Speleonectes tulumensis</i>; del termosbenáceo <i>Tulumella unidens</i>, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces <i>Astyanax altior</i>, la brótula ciega <i>Ogilbia pearsei</i>, la anguila <i>Ophisternon infernale</i>, <i>Poecilia velifera</i>; de aves el pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, el loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, que junto con el manatí <i>Trichechus manatus</i> se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama <i>Caretta caretta</i>, blanca <i>Chelonia mydas</i>, laúd <i>Dermochelis coriacea</i> y el merostomado <i>Limulus polyphemus</i>. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa <i>Boa constrictor</i>, huico rayado <i>Cnemidophorus cozumela</i>, garrobo <i>Ctenosaura similis</i>, iguana verde <i>Iguana iguana</i>, casquito <i>Kinosternon scorpioides</i>, mojina <i>Rhinoclemmys areolata</i>, jicotea <i>Trachemys scripta</i>; las aves loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, garceta de alas azules <i>Anas discors</i>, carao <i>Aramus guaranauna</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, fijado al fondo marino mediante 24 pilotes de madera, de 0.3 m de diámetro cada uno, y con una distancia entre ellos de 2.0 y 3.2 m, lo que permitirá el paso a través de ellos tanto de la fauna marina, como de las corrientes litorales y los sedimentos que éstas pudieran cargar. Las actividades que se realizarán respetan los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito

Juárez y en la normatividad ambiental vigente. Dadas las características y dimensiones del proyecto, no se anticipan afectaciones a ningún cuerpo de agua, superficial o subterráneo, continental o marino, así como tampoco a especies de flora y fauna, acuáticas, marinas o terrestres.

- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

**Vinculación con el proyecto:** Para el manejo de los residuos, el proyecto cuenta con un Programa de Manejo de Residuos (Anexo 6), el cual será aplicado durante todas sus etapas y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se trasladarán al sitio de disposición final. En el caso de las aguas residuales generadas durante el proceso constructivo, se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 obreros y se realizará su mantenimiento por parte de la empresa arrendadora, la cual contará con autorización y será la responsable de la disposición final de las aguas residuales.

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

**Vinculación con el proyecto:** Durante la operación del proyecto se tendrá el cuidado de no realizar actividades de pesca ilegal en la Laguna Chacmochuch. El proyecto no contempla realizar plantaciones de ningún tipo.

**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:** Dada la ubicación del proyecto en la zona marina y zona federal marítimo terrestre, no se contempla realizar actividades de reforestación. Por otra parte no se anticipa la contaminación de acuíferos y no se contempla generar aguas residuales durante su operación, únicamente se generarán durante un corto periodo en las etapas de preparación del sitio y construcción, para lo cual se colocarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 obreros y se realizará su mantenimiento por parte de la empresa arrendadora, la cual contará con autorización y será la responsable de la disposición final de las aguas residuales. El predio no se ubica en alguna Área Natural Protegida y no considera realizar actividades comerciales en alguno de estos sitios. Los residuos generados serán manejados de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto.

**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.

### *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 regiones marinas prioritarias (RMP).

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 7).

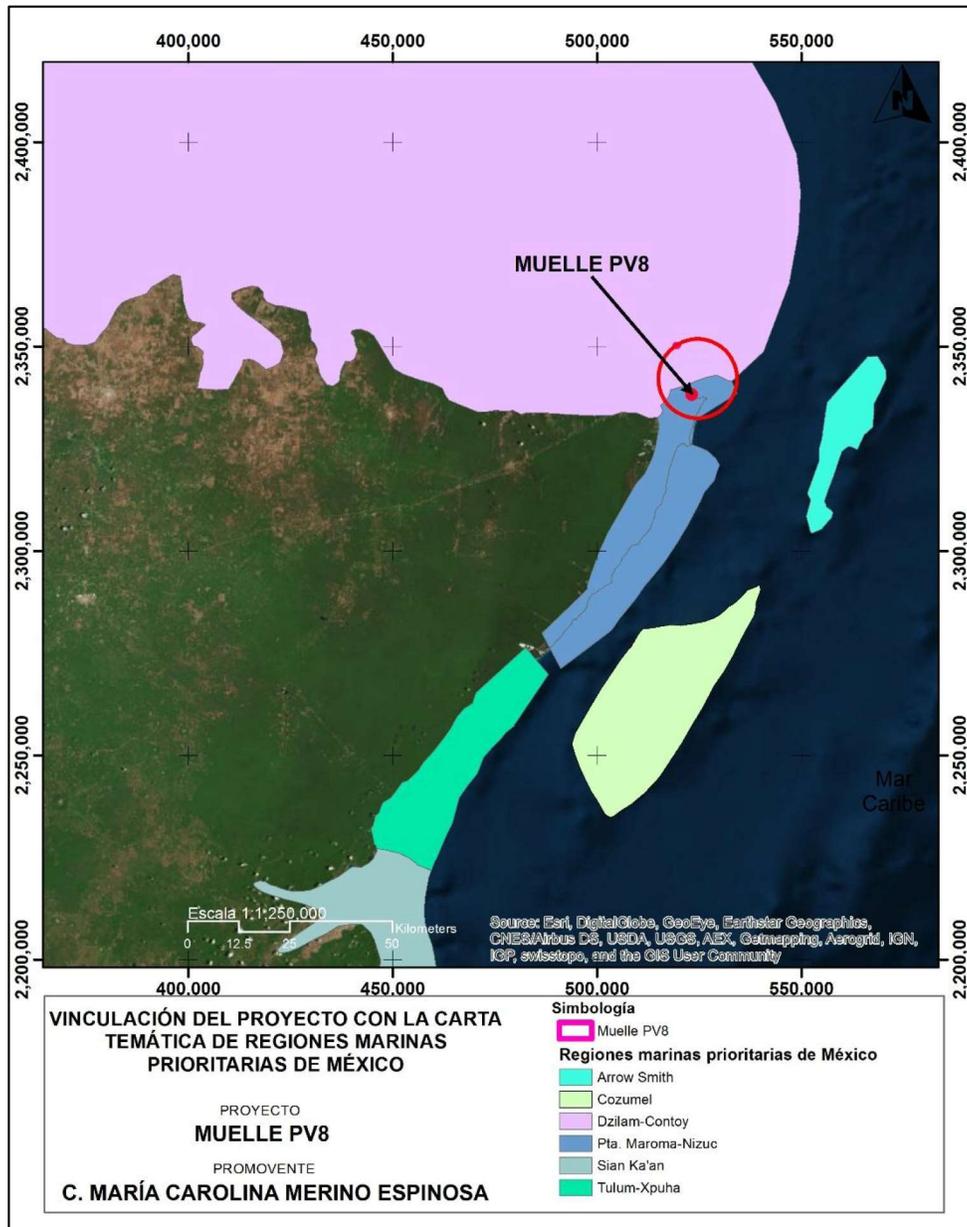


Figura 9. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

**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.

**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 no realizará tala de vegetación de manglar, relleno de áreas inundables, remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas o modificación de barreras naturales. En caso de ser necesario el rescate de organismos de lento desplazamiento, o de alto valor ecológico, se aplicarán las medidas contenidas en el Programa de Rescate de Fauna que forma parte de la presente MIA-P para realizar su traslado a las áreas contiguas al sitio del proyecto.

El proyecto corresponde a la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región, para embarcaciones menores en la zona marina adyacente a la Zona Hotelera de Cancún, que por sus características y dimensiones no se anticipan daños significativos al ambiente, aunado a lo anterior, se tomarán las medidas necesarias durante la construcción de las obras en la zona marina y zona federal marítimo terrestre.

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

**Vinculación con el proyecto:** Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán sanitarios portátiles de obra en proporción de 1 por cada 20 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 mismas a través de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. Durante la etapa de operación, el proyecto no contempla generar aguas residuales, así como tampoco realizar descarga alguna. Estas medidas contribuirán a mantener las condiciones de salubridad en el sitio del proyecto.

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

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto consiste en la instalación de un muelle rústico de madera dura de la región para el atraque de embarcaciones menores, algunas de las cuales pudieran realizar actividades de pesca deportiva legal en las aguas marinas adyacentes, sin embargo se respetarán los periodos de veda de cada especie y las tallas mínimas determinadas por la autoridad competente para evitar ejercer presiones sobre sus comunidades, especialmente de la langosta (*Panulirus argus*).

Cuadro 16. Periodo de veda y talla mínima de pesca de la langosta del Caribe (*Panulirus argus*).

Especie	Periodo de veda	Talla mínima de pesca
Langosta del Caribe ( <i>Panulirus argus</i> )	01 marzo al 30 junio <sup>8</sup> .	135 mm (longitud abdominal) <sup>9</sup> .

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

**Vinculación con el proyecto:** En el área del proyecto no se registra la presencia de estas especies y el proyecto no contempla su introducción al sitio.

**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.

*Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).-*

El sitio del proyecto no se localiza al interior de alguna área de importancia para la conservación de las aves (AICAS) (Figura 7)

---

<sup>8</sup> CONAPESCA

<sup>9</sup> RESOLUCIÓN por la que se modifica la Norma Oficial Mexicana 0006-PESC-1993, Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 1998.

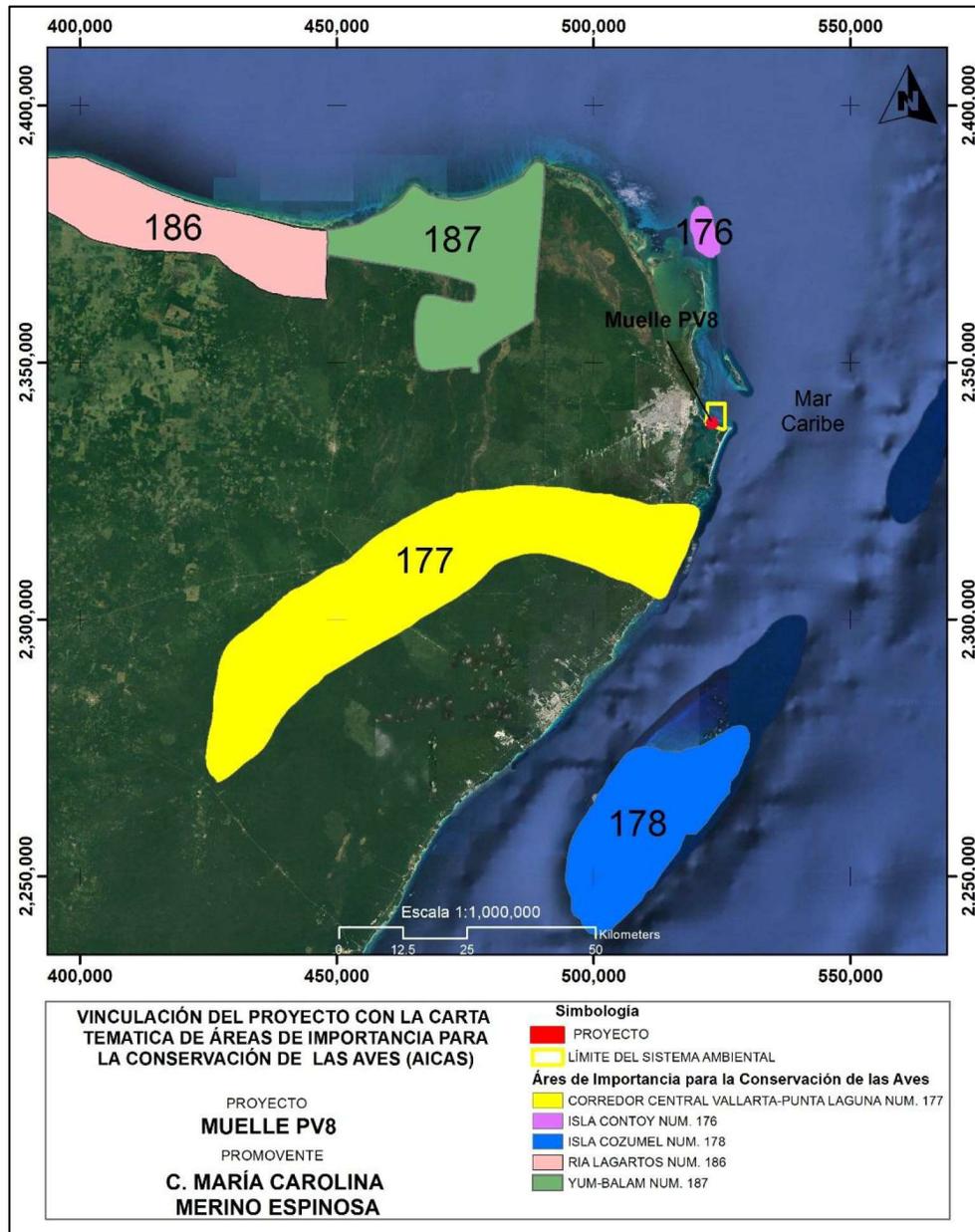


Figura 10. Ubicación espacial del área del proyecto “Muelle PV8” respecto a las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).

## **CAPÍTULO IV**

# **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).</b>	<b>3</b>
1.1	CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.	3
1.2	DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.	4
<b>2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS ABIÓTICOS.</b>	<b>7</b>
3.1	CLIMA.	7
3.1.1.	Fenómenos Climatológicos.	10
3.2	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.	13
3.3	EDAFOLOGÍA.	15
3.4	HIDROLOGÍA.	18
3.4.1	Hidrología Subterránea Regional.	20
3.4.2	Hidrología Superficial Regional.	23
3.5	CONDICIONES DEL ÁREA MARINA DEL SA.	24
<b>4</b>	<b>ASPECTO BIOTICO.</b>	<b>30</b>
4.1	CARACTERIZACIÓN DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL.	30
4.1.1	Caracterización de Flora de la Porción Terrestre del SA.	30
4.1.2	Caracterización de Flora de la Porción Marina del SA.	37
4.2	CARACTERIZACIÓN DE FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL.	39
4.2.1	Descripción de la Fauna Terrestre.	39
4.2.2	Fauna Marina del SA.	42
4.3	CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DEL ÁREA MARINA DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE SE CONSTRUIRÁ EL MUELLE.	42
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.</b>	<b>103</b>
5.1	ANTECEDENTES.	103
5.2	DEMOGRAFÍA.	104
5.2.1	Migración.	105
5.2.2	Población Económicamente Activa (PEA.)	106
5.2.3	Vivienda.	106
5.2.4	Salud y Seguridad Social.	107
5.2.5	Aspectos urbanos.	107
5.2.6	Equipamiento.	109
5.2.6.1	Manejo de Residuos Sólidos.	109
5.2.6.2	Manejo de Residuos Líquidos.	110
5.3	ATRATIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS.	110
5.3.1	Aspectos educativos.	111
5.3.2	Actividades productivas.	112
5.3.2.1	Turismo.	114
5.3.2.2	Sector Primario.	115
5.3.2.3	Sector Secundario: Industria.	115
5.4	PAISAJE.	116
5.5	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.	119

## 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “**Muelle VP8**”. 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 principalmente del área marina del área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Adicionalmente, 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.

Es importante mencionar que en la zona, así como en las áreas de influencia del sitio de estudio se han desarrollado una serie de proyectos que han estudiado de forma parcial el SA definido para el proyecto, tal es el caso de la *MIA-P “Recuperación de playa en concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03”*<sup>1</sup> y *MIA-P “Mejoramiento de las playas de los Hoteles Riu Palace Las Américas y Riu Cancún”*<sup>2</sup> que para efectos de este capítulo, han sido tomados como referencia para la descripción del Sistema Ambiental, principalmente para la discusión de los tipos de vegetación y de fauna que se desarrolla en la zona.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del Sistema Ambiental, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización espacial del Sistema Ambiental del proyecto. Además, se realizó la vinculación del Sistema Ambiental con los instrumentos de planeación (POEL, POET, POEMRGMycMC, PPDU,) y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP, cuya información se ha presentado en el Capítulo 3 de la presente MIA-P.

### 1.1 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 del SA para el proyecto:

- **Localización del proyecto:** El proyecto “**Muelle VP8**”, se ubica en la Zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle pez volador, manzana 35, de la zona hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

---

<sup>1</sup> Bitácora: 23QR2015TD095

<sup>2</sup> Bitácora: 23QR2013TD080

- **Instrumentos de planeación:** Se consideró el límite establecido por el Área Natural Protegida de la región.
- **Continuidad de los ecosistemas:** Se utilizó como límites aquellas barreras físicas y naturales como carreteras y cuerpos de agua que impiden la continuidad de los ecosistemas terrestres y acuáticos.
- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo; la asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir del conocimiento de la zona y de los resultados obtenidos de la prospección de campo.

## 1.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El sistema ambiental debe considerarse como un espacio geográfico con características específicas tales como: extensión, uniformidad y funcionamiento. Los límites de un sistema ambiental dependen de la continuidad del ecosistema o de los ecosistemas que lo conforman. Para poder establecer estos límites es necesario considerar sus componentes ambientales, es decir, geformas, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura, paisaje, e igualmente considerar los factores tales como calidad, cantidad, extensión, entre otros. Además, se debe tener en cuenta la interacción de estos con el proyecto en tiempo y espacio.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales.

Es importante mencionar, que la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad particular, señala que para la delimitación del área de estudio *se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.* En tenor de lo anterior, las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico que le aplicarían al Sistema Ambiental del proyecto corresponden a la UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y la UGA 174 y 138 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, considerando que el proyecto presenta la mínima parte de su estructura en la zona terrestre y la mayor parte en la zona marina. No obstante, la unión de estas dos unidades de gestión ambiental daría como resultado un SA demasiado grande para el proyecto, si se toma de base para realizar un diagnóstico ambiental, puesto que en términos ambientales la dimensión del SA atenuaría los impactos ambientales que el proyecto generará en sus diferentes etapas. Por tal motivo, el SA definido para el proyecto **Muelle VP8**, se determinó a partir de las unidades del paisaje, discontinuidades naturales

o artificiales de la vegetación; ecosistemas acuáticos y límites establecidos por los decretos de las áreas naturales protegidas que en el caso del SA del proyecto corresponde al Área Natural Protegida conocida como Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Conforme a lo anterior, a continuación se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Al norte, con referencia al Límite Norte del polígono de Punta Cancún que forma parte del ANP Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.
- Al sur, Boulevard Kukulkán.
- Al oeste, con el canal del Puente Calinda.
- Al este, con el polígono de Punta Cancún del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Conforme a lo anterior el sistema ambiental tiene una superficie de 15, 273,392.96 m<sup>2</sup> (1,527.34 ha), de las cuales una superficie de 1,462.20 Ha (95.74%) corresponde a la porción marina y una superficie 65.14 Ha (4.26%) de la zona terrestre. Es importante mencionar que la distinción de porción marina y de la terrestre, se realizó con base en la pleamar observada en una de las imágenes del Programa Google Earth versión libre que corresponde a la fecha de mayo de 2016.

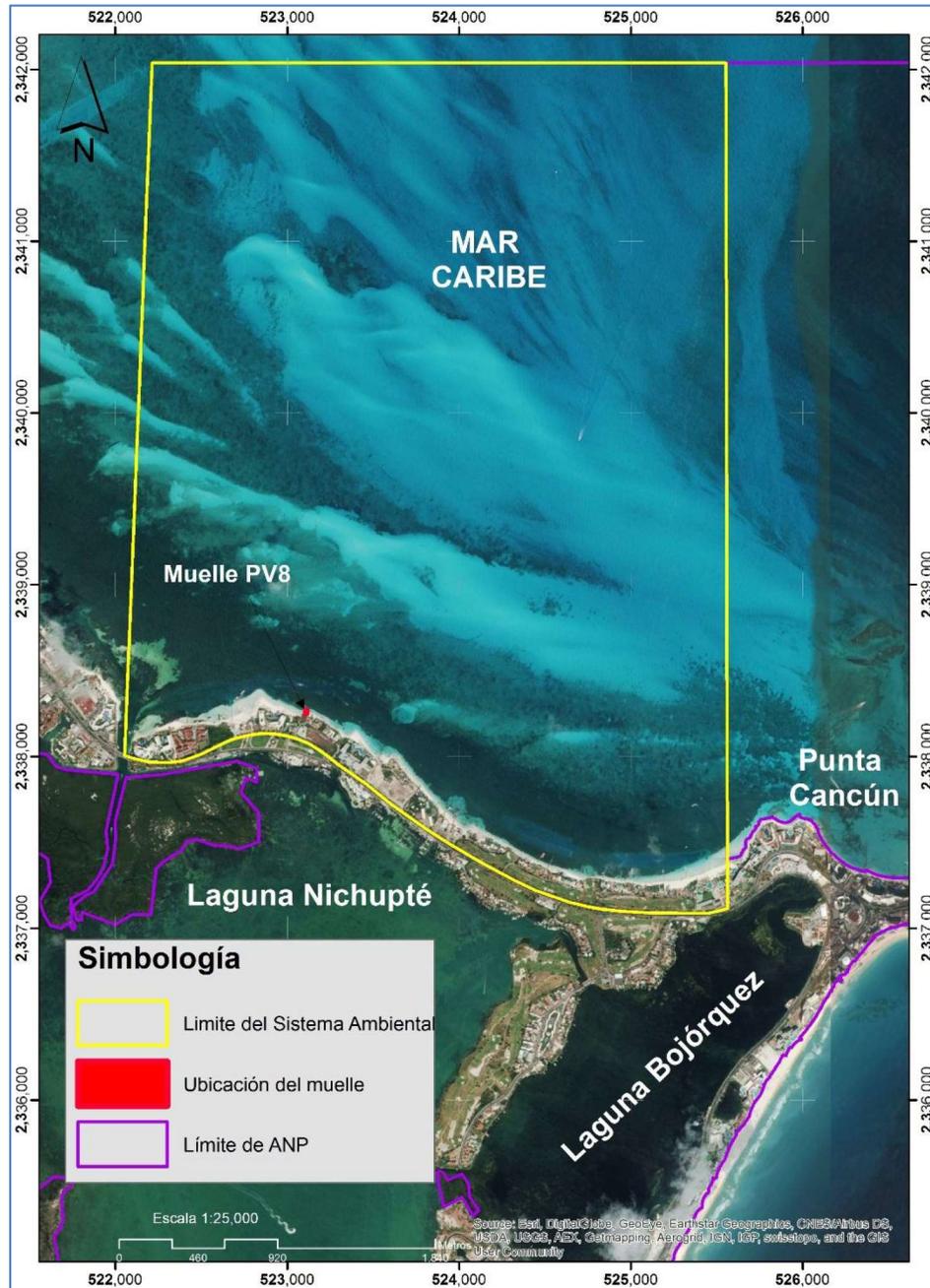


Figura 1. Sistema ambiental definido para el proyecto.

## 2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto **Muelle VP8** se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo y prospección marina. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

### 3 ASPECTOS ABIÓTICOS.

#### 3.1 CLIMA.

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda un conjunto de condiciones como el régimen climático del tipo cálido subhúmedo, característico de toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste. La reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticas permiten que la influencia marina abarque prácticamente toda la Península.

La región Norte de Quintana Roo, presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno, isotermal y con presencia de canícula (estación meteorológica Puerto Morelos). La temperatura media anual es de 27°C. Julio y Agosto son los meses más calurosos con promedio de 29°C, mientras que enero con 24.5°C es el mes más frío. La precipitación media anual en la zona de estudio se ha observado entre 1,200 y 1,500mm anuales. Las precipitaciones más abundantes son entre junio y octubre (verano); de manera particular se registran precipitaciones extraordinarias con la presencia de meteoros como huracanes y tormentas tropicales; otra particularidad es el hecho de que las lluvias suelen ser muy intensas y de corta duración. Existe un índice de evapotranspiración total real 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.

El Municipio Benito Juárez está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de Latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el Ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza el municipio tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica. En cuanto a la altitud, el municipio se encuentra al nivel del mar, y está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México que propicia un clima cálido y lluvioso.

El municipio se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de vientos tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán.

El clima predominante del municipio Benito Juárez se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático, es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de

escurrimiento medio anual es de 0-20 mm, mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm, anuales.

Según la carta de climas Mérida escala 1:1'000,000 en el territorio que comprende el Municipio Benito Juárez se presentan dos subtipos climáticos, Aw0 y Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García. La diferencia entre estos subtipos climáticos radica en la variación del cociente precipitación/temperatura (P/T) cuyos intervalos se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Variación en el coeficiente de precipitación/Temperatura (P/T) para los subtipos de climas, según la clasificación de Köppen.

Símbolo	Cociente P/T	Designación
Aw0	menor que 43.2	El más seco de los subhúmedos
Aw1	entre 43.2 y 55.3	Intermedio entre Aw0 y Aw2
Aw2	mayor que 55.3	El más húmedo de los subhúmedos

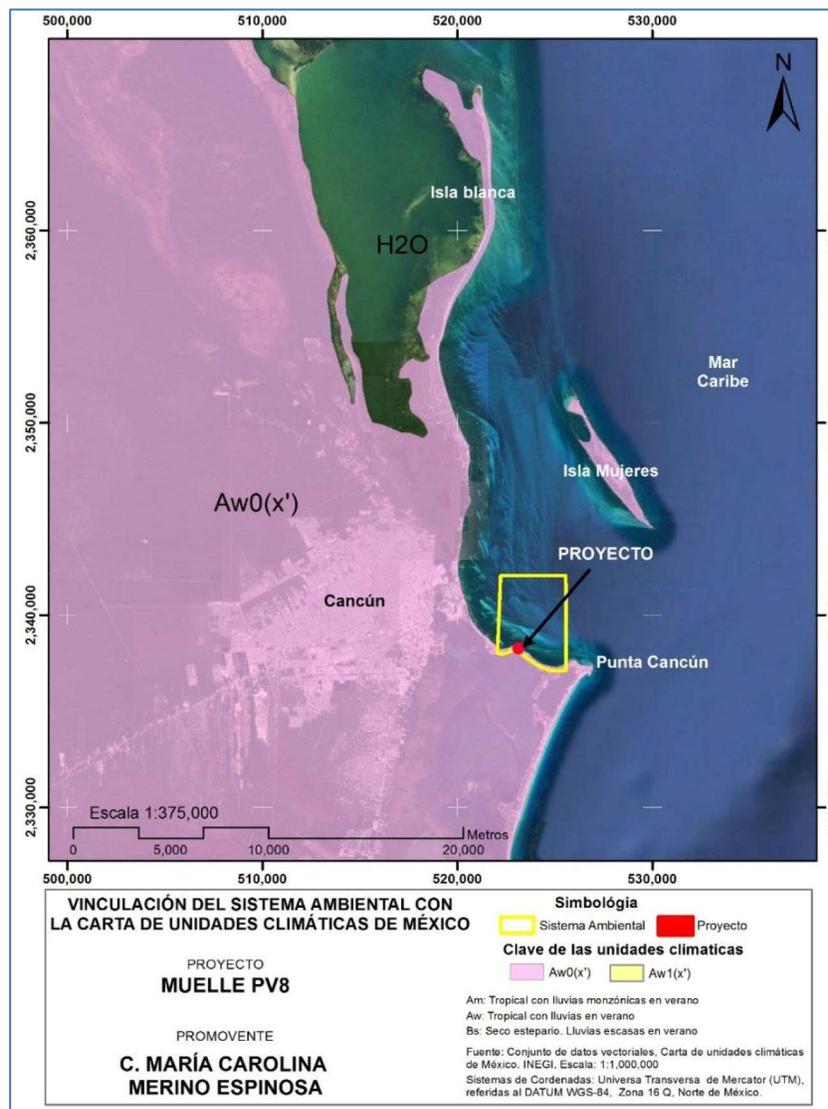


Figura 2. Zonificación de los subtipos climáticos registrados en el territorio del Municipio Benito Juárez, según la carta de climas.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación 23155 Cancún<sup>3</sup>, en el predio donde se llevará a cabo el proyecto la precipitación media anual es de 1,300.2 mm, siendo octubre el mes más lluvioso con una precipitación media de 271.9 mm, mientras que el mes de abril presenta la menor precipitación con 41.2mm. En cuanto a la temperatura, agosto es el mes más caluroso reportando una temperatura media normal de 29.7°C mientras que enero presenta la temperatura más baja con una media normal de 24.1°C.

En la Figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual.

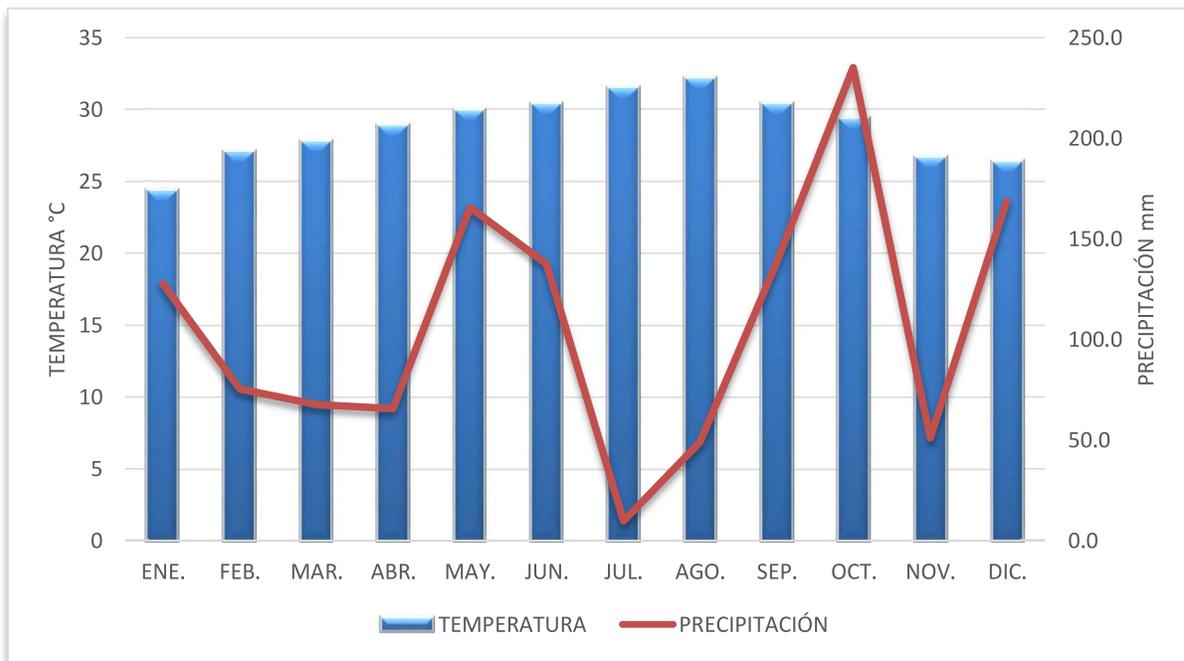


Figura 3. Diagrama ombrotérmico, estación meteorológica Cancún. Fuente: elaboración propia a partir de los datos generados por la CONAGUA, en la estación meteorológica 23155 Cancún, en el promedio de 1991 a 2014.

Por otra parte, 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%.

<sup>3</sup> Información consultada en el sitio web <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qroo>, el 23 de noviembre de 2016.

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

Vientos dominantes y eventos climáticos extremos. Durante la mayor parte del tiempo el sitio del proyecto se encuentra bajo la influencia de las masas de aire marítimo tropical que invaden la Península. Los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 Km/hr en promedio y hasta 30Km/hr durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del Norte durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo. Estos vientos pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90 Km por hora, provocando lluvias, fuertes oleajes y marejadas. En ocasiones, la región recibe también la influencia de masas de aire procedentes de la zona de interconvergencia tropical del Pacífico, las cuales tienen un gran contenido de humedad. Entre los meses de julio y septiembre ocasionalmente se presenta una época de “calmas” (INE, 2000).

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 “suestes”. Entre los Huracanes que se distinguen por su efecto en la zona del proyecto pueden citarse a los denominados Hallie ocurrido en 1966, Doroty, en 1970, Eloise en 1975, Gilberto en 1988, Roxana en 1995, Emily y Wilma en 2005 y Dean en 2007.

### **3.1.1. Fenómenos Climatológicos.**

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo manifiesta una alta incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades, siendo este Estado el de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo.

Las costas del Estado han sido impactadas por 33 huracanes en los últimos 25 años, siendo las áreas más afectadas la zona norte, así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida. 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.

## Registro de Huracanes en el estado de Quintana Roo (INEGI 2016, CENAPRED).

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
<b>1995</b>	Roxana	Tulum	3	185
<b>1996</b>	Dolly	Felipe carrillo puerto	1	125
<b>2000</b>	Keith	La unión	1	140
<b>2005</b>	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	5	169
	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	5	324
<b>2007</b>	Dean	Mahahual	5	270
<b>2008</b>	Arthur	Cozumel y Cancún	Tormenta tropical	65
	Dolly	Cozumel y Cancún	2	160
<b>2010</b>	Karl	Norte de calderitas	3	195
<b>2011</b>	Rina	Cozumel y Chetumal	3	175
<b>2012</b>	Ernesto	Mahahual	1	140
<b>2016</b>	Earl	Sur de Chetumal	Tormenta tropical	63

El huracán Gilberto generó intensos vientos e importantes volúmenes de lluvia. El ojo del huracán alcanzó 15 km de diámetro y su zona de influencia fue de 1,250 Km (mientras embestía a la Península de Yucatán también afectaba a la Isla de Cuba) (Figura 19). Wilma afectó también gran parte del territorio del estado de Quintana Roo y Yucatán, con mayor intensidad al municipio de Benito Juárez (entre Cancún y Puerto Morelos), así como Cozumel, donde ocasionó efectos negativos muy importantes sobre la vegetación, en particular sobre la zona norte del estado.

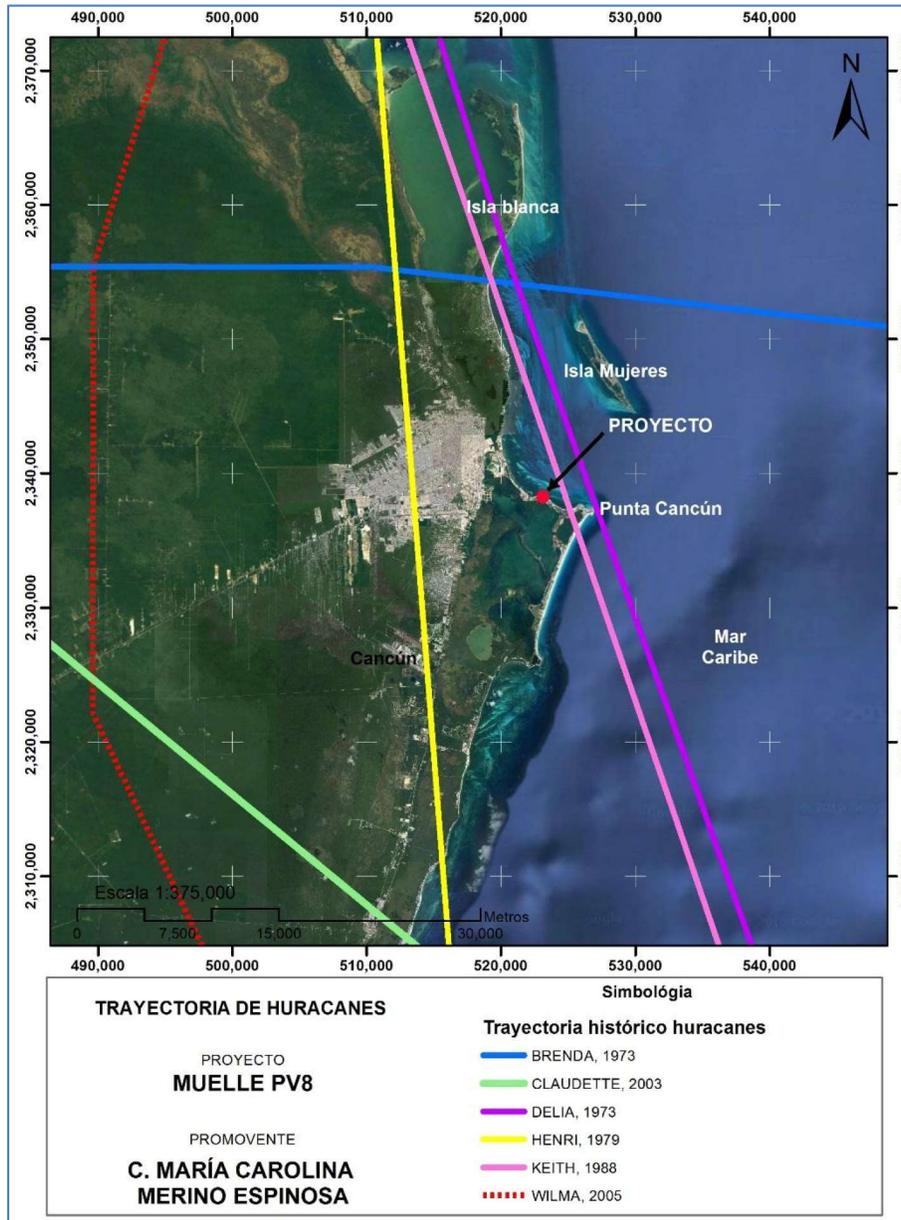


Figura 4. Imagen de las trayectorias de los principales eventos hidrometeorológicos que han impactado la zona (Fuente: Storm Pulse, 2013).

- **No severos.**

En la zona de interés, con periodicidad anual se registran, durante los meses de noviembre a febrero, frentes fríos de tipo anticiclónico que descienden desde Norteamérica, conocidos comúnmente como Nortes. Al considerar la magnitud de sus características, en lo que respecta a cambios en la temperatura ambiente, aportes a la precipitación pluvial y dirección de sus vientos, los Nortes no representan un fenómeno natural que produzca alguna alteración significativa del paisaje por su ocurrencia, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos.

Su arribo a la zona de interés, se manifiesta por medio de la formación de masas húmedas y frías provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. Estos fenómenos tienen un desplazamiento hacia el sudeste hasta que son disipados por la predominancia de condiciones cálidas en las cercanías del Ecuador. En la época invernal en que se manifiestan, los días despejados pueden reducirse hasta un 50%, debido a que estos frentes fríos arrastran grandes extensiones de nubosidad e incrementan de manera importante la precipitación pluvial.

### **3.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.**

Por su ubicación el SA se localiza en la zona ecogeográfica del trópico húmedo y forma parte de la subprovincia ecológica del Carst o Carso Yucateco. Esta se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región. El SA forma parte de la provincia “Zona Costera”. Dicha provincia contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

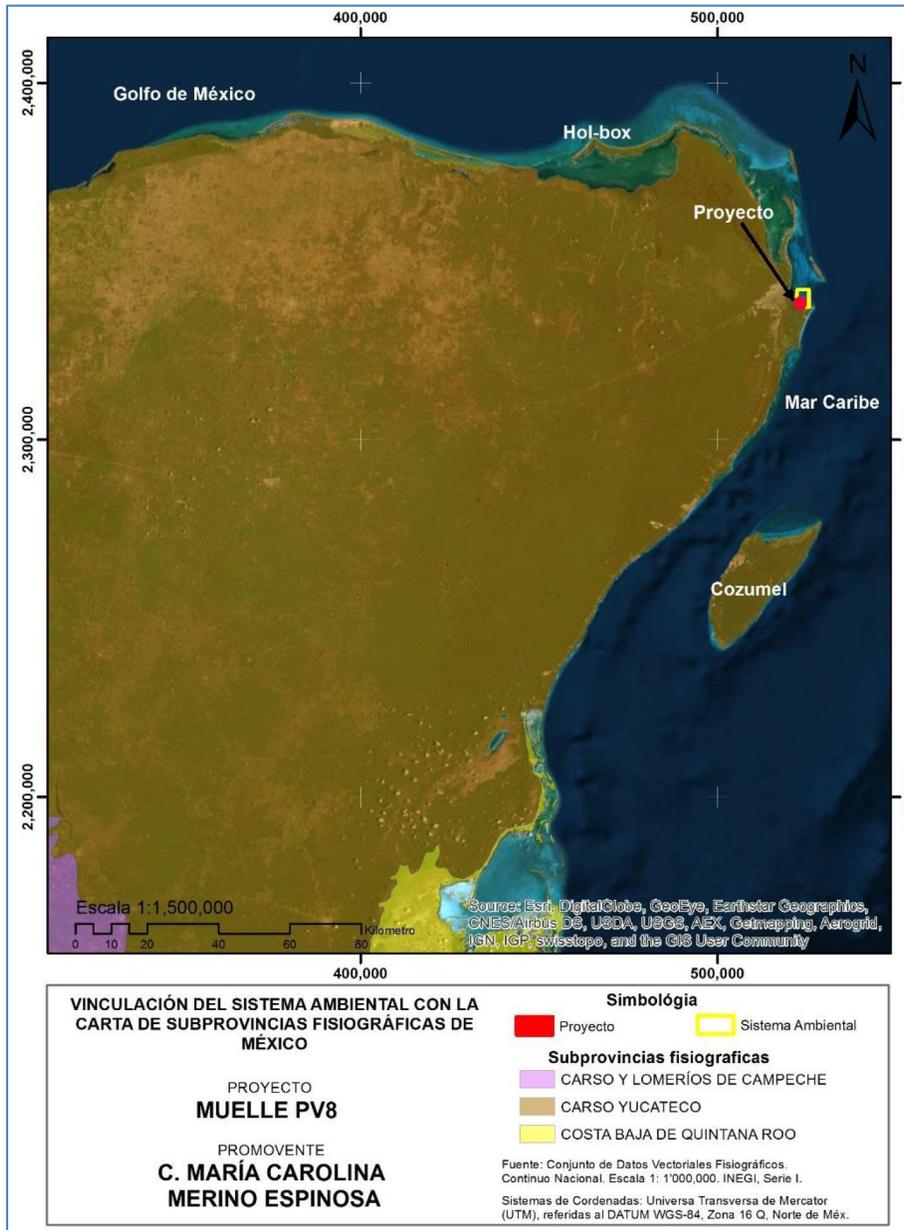


Figura 5. Se muestra la vinculación del SA con la carta de provincias fisiográficas.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la Península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas).

Es importante mencionar que la Península se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno)

hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. La litología del estado está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomitas, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario, predominando las calizas en el Terciario. Según la UQROO (2005), específicamente la geología de la porción terrestre del SA corresponde a las calizas provenientes del Cuaternario litoral, es decir, a las formaciones más recientes.

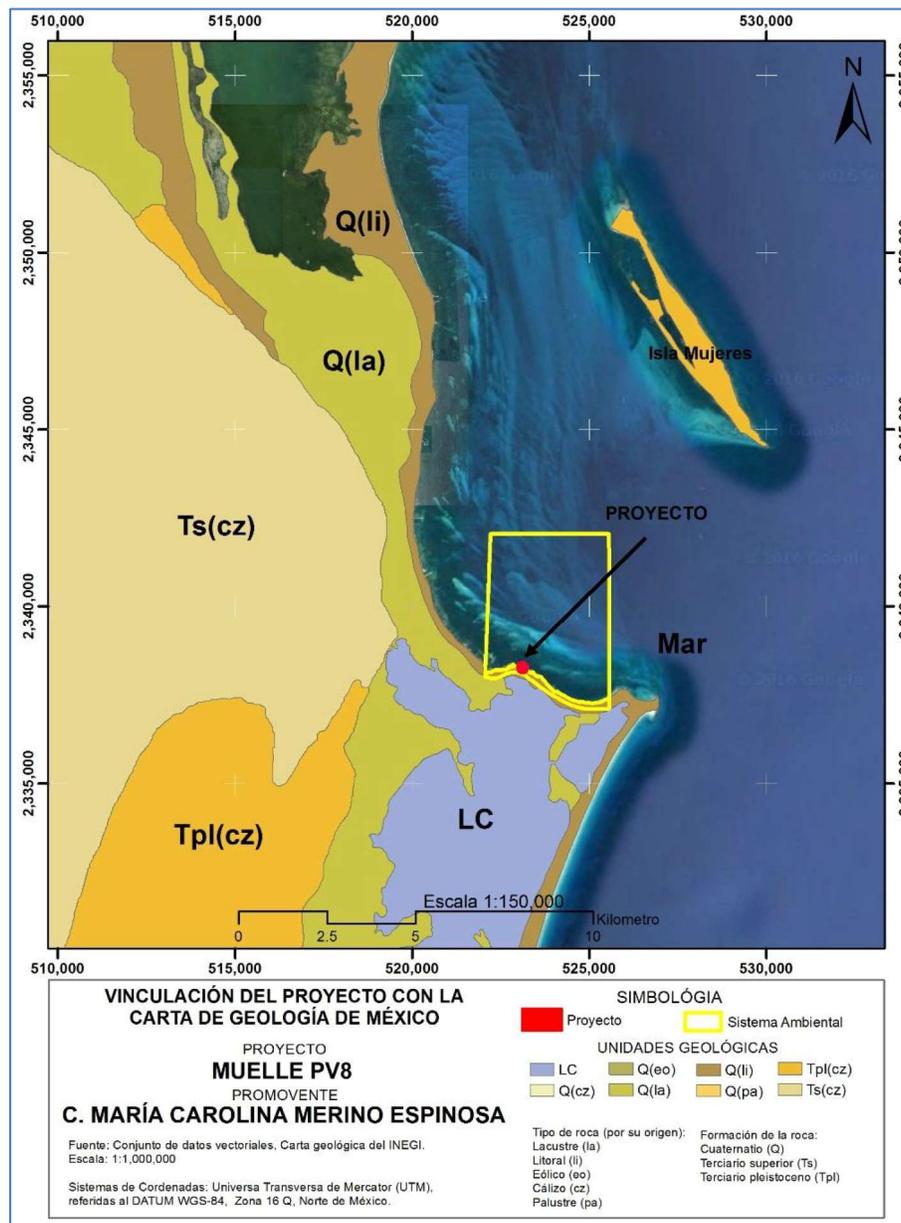


Figura 6. Se muestra la vinculación del SA con la Carta de unidades geológicas.

### 3.3 EDAFOLOGÍA.

México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tenga que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo, se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, y que fue modificada

por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. La clasificación FAO/UNESCO (1968) fue modificada por FAO en 1988; el número de jerarquías principales se incrementó de 26 a 28 grupos y las unidades de suelo de 106 a 153; recientemente la clasificación FAO (1988) ha sido actualizada por FAO-ISRIC/SIS (1999) al sistema WRB; en donde el número de grupos se incrementó de 28 a 30.

Cuadro 2. Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo.

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
G	GLEYSOL (mólico)	Suelo formado por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A hístico, B cámbico, cálcico a gypico. Carece de alta salinidad. Los Gleysols mólicos, son suelos moderadamente ácidos, mal drenados con un alto contenido de materia orgánica.
I	LITOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado para un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor, menor a los 10cm, tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.
R	REGOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte órtico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas y dunas; su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.
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.

Los suelos de la zona costera del Municipio Benito Juárez son delgados y poco aptos para actividades agropecuarias y forestales. Se identificaron tres tipos que se clasifican según la terminología de la FAO/UNESCO como: Regosoles Calcáricos (Rc), Rendzinas-Litosoles (E+I) y Solonchak- Órtico y Mólico (Zo, Zm). Los Regosoles Calcáricos se ubican en el cordón litoral, formando dunas y playas con pendientes poco pronunciadas y con un drenaje superficial rápido. Las Rendzinas se localizan en la mayor parte de la región y los Solonchak se localizan en las zonas inundadas, principalmente hacia las zonas costeras al norte y este de la región ([www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/programa\\_isla.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/programa_isla.pdf)).

Según la UQROO (2005) el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (Rc).

La palabra Regosol (RG) proviene de las palabras griegas: *rhegos*, que significa debajo y *zola*, que se refiere a ceniza; es connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra.

En Quintana Roo los suelos aún continúan denominándose de acuerdo a la clasificación maya, ya que este sistema de clasificación utiliza términos cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad. Y en esta clasificación el Regosol Calcárico se nombra con la palabra *Huntunich* que se refiere a la "Tierra que proviene de piedras". Otro nombre equivalente es suelos de esqueletos; Orthents, Psamments (USDA).

Características generales: Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50cm superficiales, ni propiedades sálicas.

La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

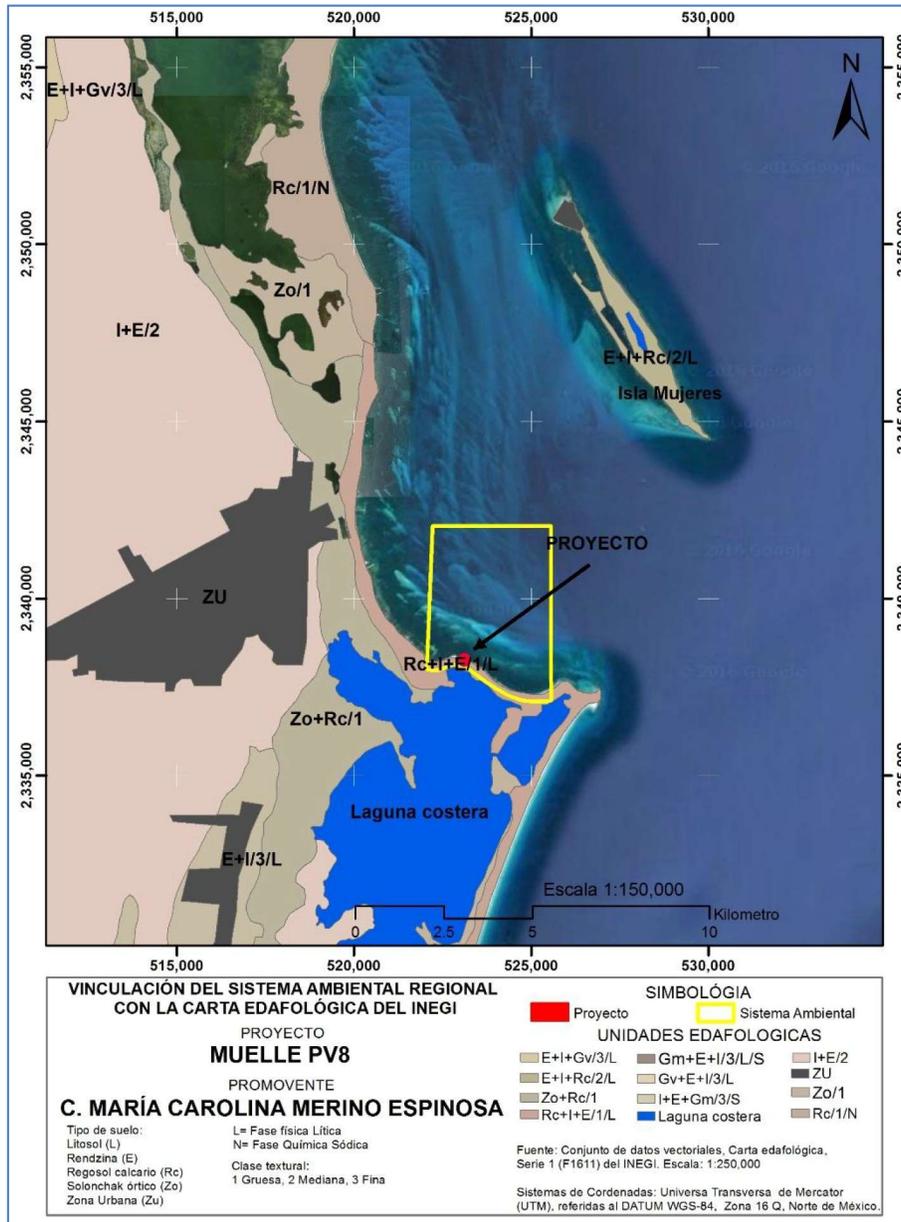


Figura 7. Tipo de suelo presente en el área de estudio.

### 3.4 HIDROLOGÍA.

La Península de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica 32, está integrada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y se ubica al sureste de la República Mexicana. La superficie total de los estados de la Península de Yucatán, equivale a 141,523 Km<sup>2</sup> de los cuales el 37% corresponde a Campeche, el 36% a Quintana Roo y el 28% a Yucatán.

En cuanto a las cuencas, el SA se ubica en la 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 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; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20 de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán.

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>4</sup>. De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33<sup>5</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 y área de estudio 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>6</sup>.

---

<sup>4</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>5</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>6</sup> *Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).*

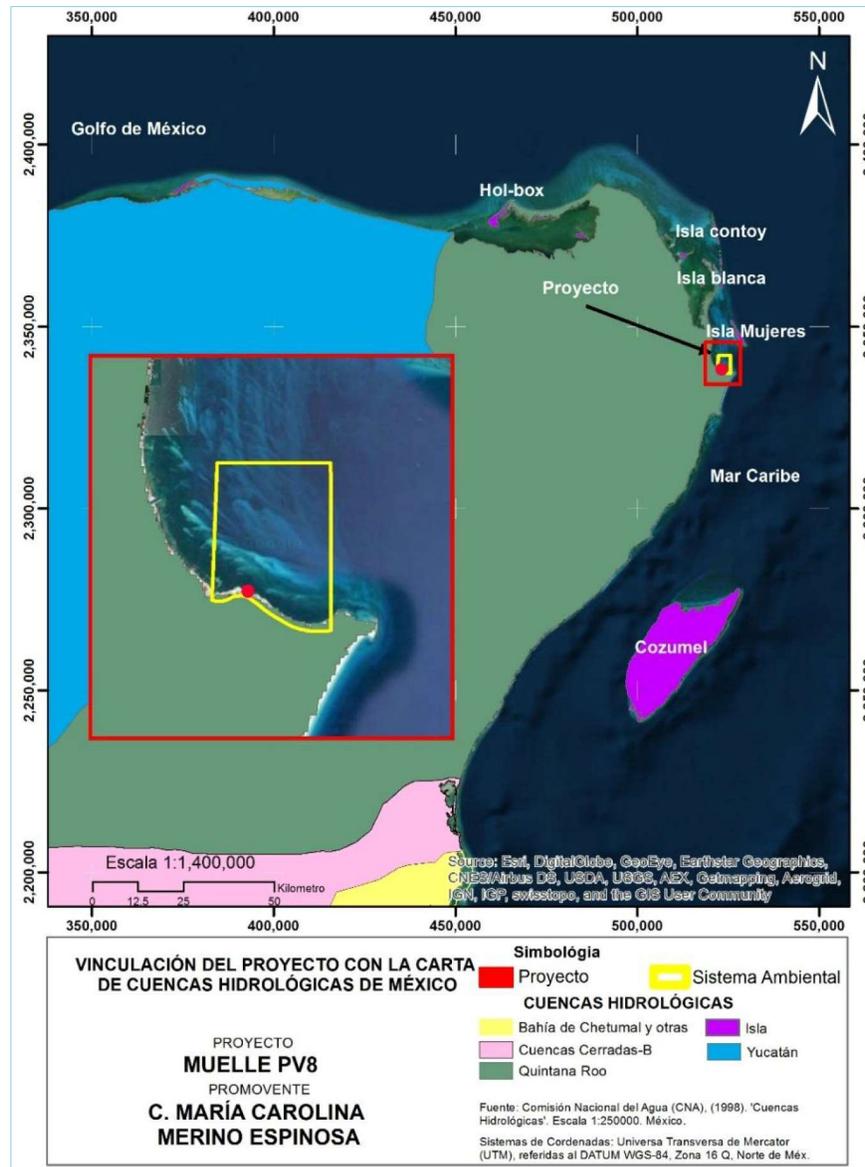


Figura 8. El SA se encuentra en la Región Hidrológica 32 denominada Quintana Roo.

### 3.4.1 Hidrología Subterránea Regional.

La península de Yucatán, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, reholladas, ojo 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, Naranjal 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.

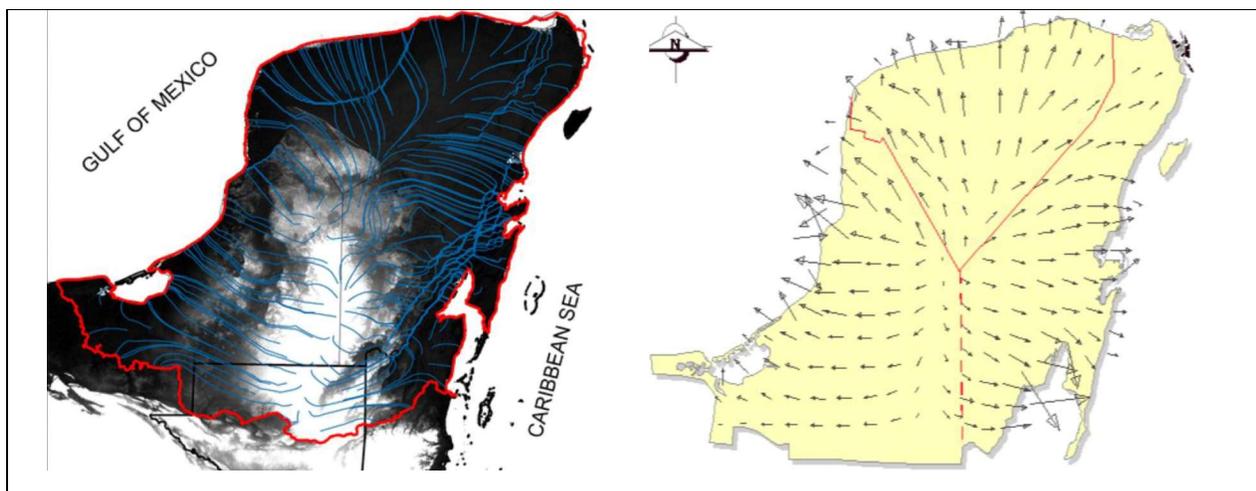


Figura 9. Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

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.

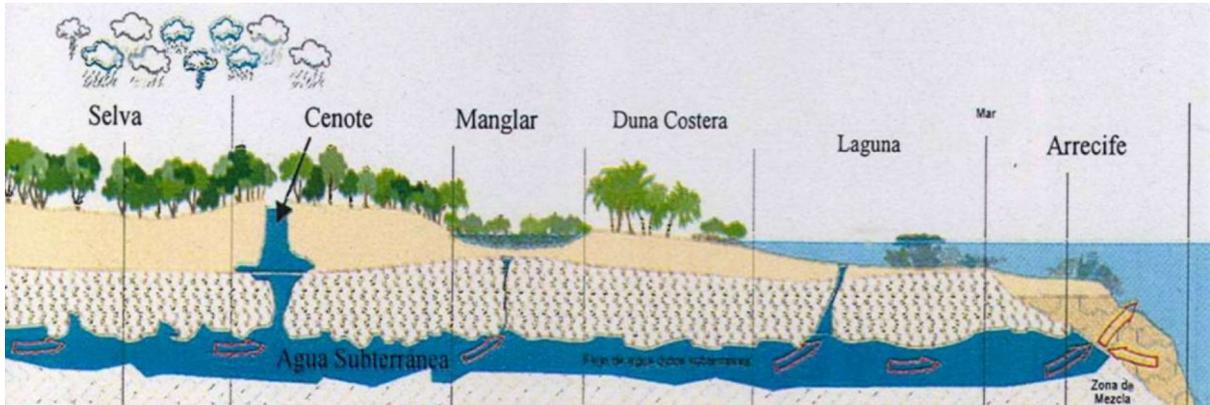


Figura 10. Esquema de los escurrimientos subterráneos de la Península de Yucatán.

No obstante a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidades geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, el 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.

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.

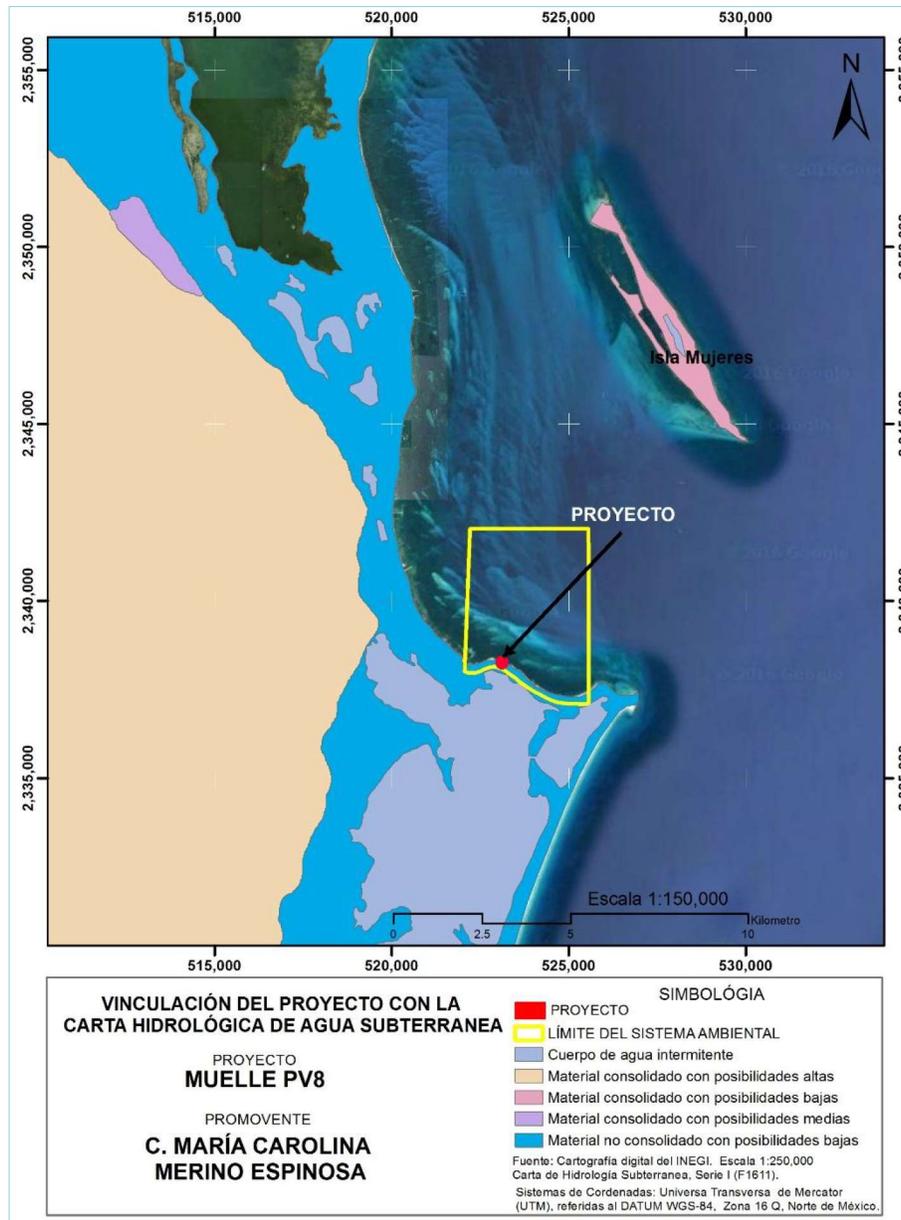


Figura 11. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

### 3.4.2 Hidrología Superficial Regional.

El Estado de Quintana Roo debido a su naturaleza cárstica presenta pocos flujos superficiales; sin embargo, existen cuerpos de agua como lagunas, aguadas, y cuerpos de agua intermitentes.

De acuerdo al INEGI el SA se ubican en la zona con coeficiente de escurrimiento 0 a 5%. Es importante señalar que poco más del 95 % de la superficie del SA, está representada por el área marina del Mar Caribe.

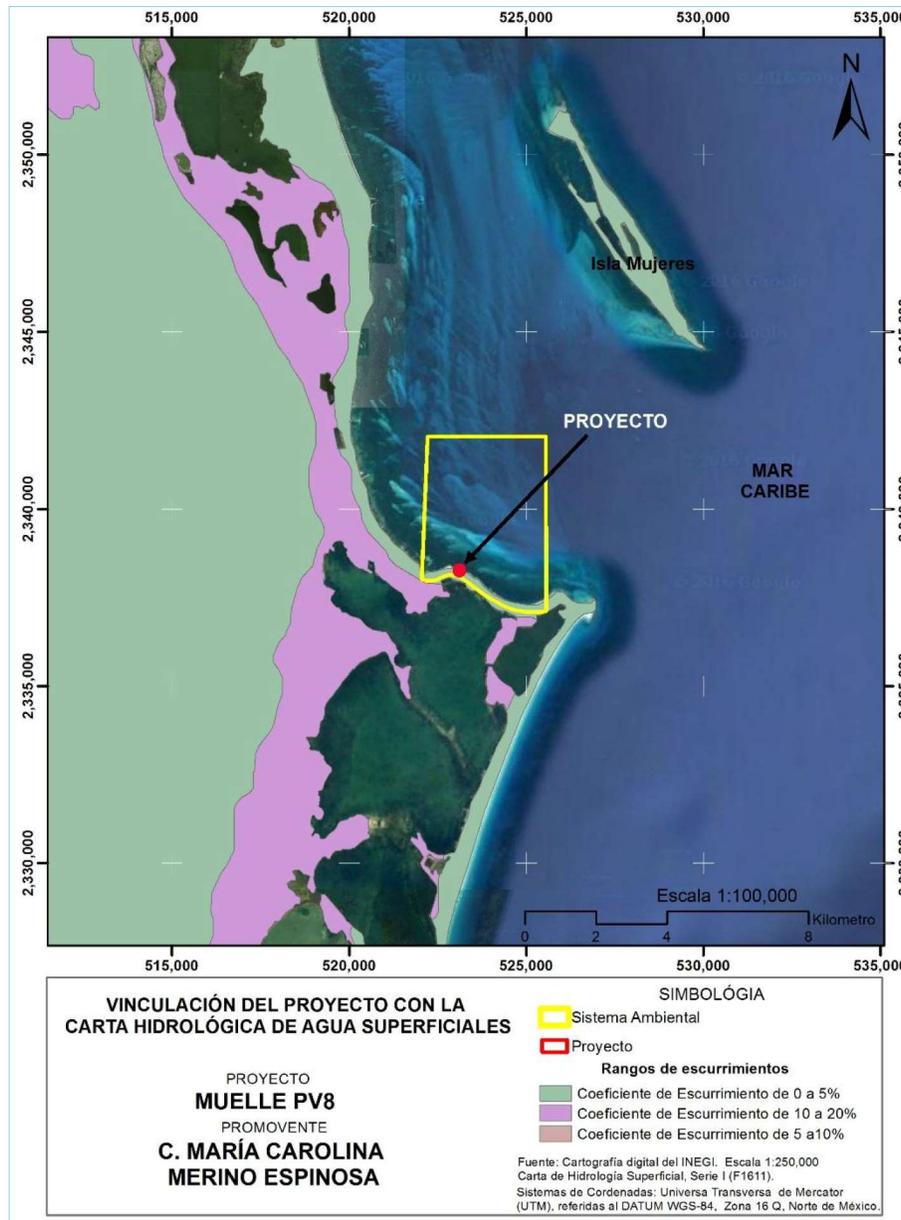


Figura 12. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

### 3.5 CONDICIONES DEL ÁREA MARINA DEL SA.

En el litoral del Caribe, a lo largo del mar continental, se extiende una formación arrecifal que bordea el estado de Quintana Roo y que se prolonga hasta Belice, Guatemala y Honduras. Además de las formaciones bordeantes, existen en el litoral caribeño de México dos grandes sistemas arrecifales: el del Banco Chinchorro y el de Cozumel.

De acuerdo con el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (1996), la zona del Sistema ambiental presenta las siguientes condiciones y características físicas:

**Relieve submarino:** La topografía submarina presenta una zona de transición entre el continente y el océano, de tal manera que las costas de la isla reciben corrientes tanto del Mar Caribe como del Golfo de México, por lo que se ve marcadamente afectada la circulación oceánica y por lo tanto la distribución de los arrecifes coralinos que ahí se encuentran. La parte principal del Mar Caribe está ocupada por cuencas oceánicas profundas, separadas entre sí por un sistema de crestas casi paralelas.

**Geología física:** Las costas, en particular las de Quintana Roo, están sometidas a una dinámica erosiva intensa, soportando un proceso de continuo retroceso, especialmente por la frecuente presencia de tormentas y huracanes característicos de la región. Esta actividad destructiva es contrarrestada por las comunidades biológicas, ya que la línea de costa parece ser estable, y en algunos lugares avanza debido a la contribución de dichas comunidades al depósito calcáreo (acreción). La comunidad de mayor trascendencia en este aspecto es el arrecife coralino, particularmente las algas calcáreas y los corales hermatípicos, que continuamente aportan al sistema esqueletos calcáreos.

Los arrecifes actúan como una barrera disipadora de la energía de las olas y de las corrientes marinas, que de otra manera erosionarían la línea costera. El mantenimiento del arrecife coralino es resultado de un equilibrio dinámico entre los procesos de destrucción por la biodegradación del sustrato y el efecto mecánico y químico del oleaje y de las corrientes, que son equilibrados por los procesos de crecimiento, acumulación y litificación de la masa arrecifal.

A pocos kilómetros al este y noreste, fuera de la costa de Cancún, varias partes de una cordillera sumergida compuesta de calizas de eolinita se extienden hacia el borde marino de una plataforma alrededor de los 9 m bajo el nivel del mar. Isla Contoy, Isla Mujeres y Cancún son parte remanente de crestas de eolinita depositadas en el borde externo de la terraza de los 9 m durante una cercana baja del nivel del mar, probablemente durante estadios tempranos de la regresión del Wisconsin.

**Mareas:** El régimen de mareas en Cancún corresponde al tipo mixto semidiurno, de baja amplitud. De acuerdo con la tabla de predicción de mareas, se registran los siguientes valores:

Pleamar máxima registrada	0.400 m
Nivel de pleamar media en sicigias	0.232 m
Nivel de pleamar media superior	0.170 m
Nivel medio del mar	0.103 m
Nivel de bajamar media	0.017 m
Nivel de bajamar media inferior	0.000 m
Nivel de bajamar media en sicigias	-0.035 m
Bajamar mínima registrada	-0.148 m

**Corrientes** El movimiento de la masa de agua en el Caribe Mexicano está determinado principalmente por la corriente de Yucatán que viaja en dirección Sur a Norte (Merino, 1986) hasta convertirse en la Corriente de Lazo que entra al Golfo de México (Martínez y Pares, 1998).

La Corriente de Yucatán es un flujo somero ubicado en el lado Oeste del Canal de Yucatán, cuya existencia es conocida desde hace más de un siglo (Pillsbury, 1890). Se inició un programa observacional completo, con el objetivo de medir la variabilidad en la región del Canal de Yucatán (Sheinbaum *et al.*, 2002; Ochoa *et al.*, 2003). Estos estudios reportaron que la Corriente de Yucatán tiene una velocidad promedio aproximadamente de  $1 \text{ ms}^{-1}$ , con un máximo de  $2.5 \text{ ms}^{-1}$  y su dirección varía de Noreste a Noroeste (Abascal *et al.*, 2003). Es una corriente intensa que fluye del Sur de la Isla Cozumel hacia el Golfo de México. Esta corriente no presenta inversiones y es controlada parcialmente por la topografía de la zona (Maul, 1977). El núcleo de la Corriente de Yucatán se caracteriza por tener velocidades mayores a los  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  y un ancho entre 50 y 100 km aproximadamente, presentando su máxima velocidad en superficie, decreciendo paulatinamente hasta los 800 m de profundidad (Badan *et al.*, 2005).

En la figura siguiente se muestra los vectores de velocidades de corriente para distintas épocas del año (Athié *et al.*, 2011). En el modelo se observa la estacionalidad de los vectores de velocidad de la corriente en las proximidades de la Isla de Mujeres. Al oeste de punta Nizuc, en las inmediaciones del Bajo Arrowsmith, las corrientes se pueden acelerar y generar vórtices; sin embargo, la turbulencia de la corriente en la parte norte de Isla Mujeres puede también generar vórtices (celdas de recirculación) efímeros con intensidades de medias a bajas (50 cm/s). En la parte noreste de la Isla Mujeres los extensos bajos presentes pueden disminuir por completo este efecto, mientras que por la parte noroeste, la manifestación de una circulación inducida por la baja presión debida a la ausencia de frontera oeste del flujo de la corriente de Yucatán. Esta manifestación sería una corriente de baja intensidad con componente oeste (occidente).

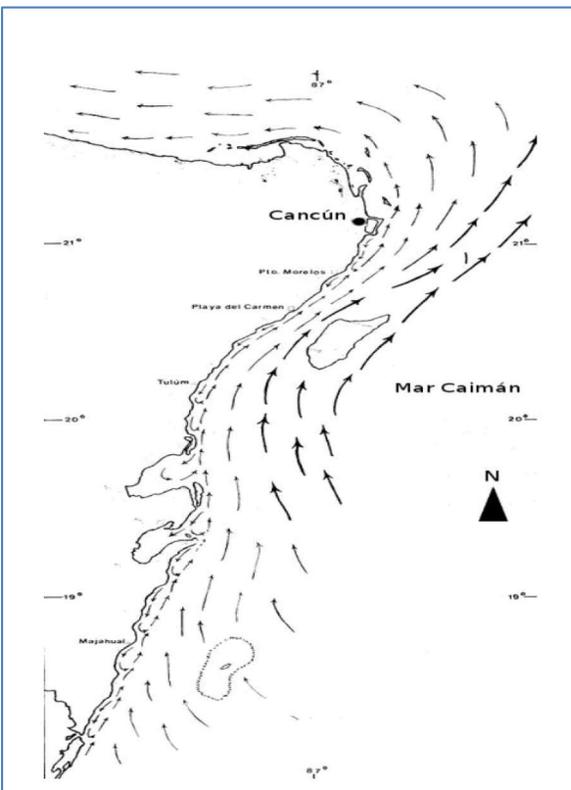
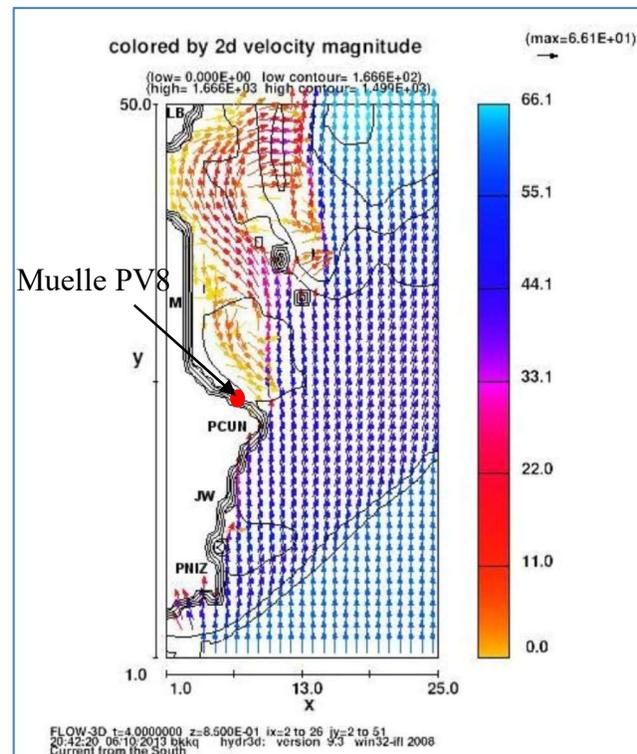


Figura 13. La Corriente de Yucatán, de aguas oligotróficas y cálidas, fluye frente a la costa de Quintana Roo. Las corrientes marinas alrededor de la isla de Cozumel quedan regidas por las características estacionales de esta corriente. Modificada de Merino-Ibarra (1988).

De acuerdo con el Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como la propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos elaborado por el Fondo Sectorial CONACYT-SECTUR, dentro de la Bahía de Isla Mujeres, la corriente circunda la isla por el flanco izquierdo para continuar hacia al norte de la isla. Del lado de El Meco la corriente es débil y hace un pequeño giro ciclónico, mientras que a la altura de la Laguna de las Blancas la corriente se torna débil y con componente anticiclónico para unirse en la parte exterior con el flujo hacia el norte.

Figura 14. Vectores resultantes de la modelación numérica frente a la zona hotelera y Bahía de Isla Mujeres cuando la corriente viene del sur. En este caso se muestra la velocidad de la corriente en la escala de colores a la derecha (cm/s).



El sistema de corrientes del Sistema ambiental y de su zona de influencia es complejo ya que se generan a partir de la bifurcación de la corriente principal que pasa frente a la Zona Hotelera de Cancún (Corriente de Yucatán). Una de sus ramas toma la dirección Noroeste al penetrar en la Bahía de Mujeres. Otra rama sigue su dirección al Norte pasando por “fuera” de Isla Mujeres. Ambas ramas alcanzan velocidades suficientes para arrastrar el sedimento continuamente hacia el Norte traspasando los límites de Isla Mujeres donde generan grandes depósitos de arena, como es el caso de las dunas submarinas llamadas Mega Rizaduras adelante de Punta Sam y el banco La Ollita frente a Isla Blanca. La rama de la corriente que penetra a la Bahía de Mujeres tiene un espectro de velocidades y direcciones que varían al continuar recorriendo la bahía. Existen corrientes de retorno que circulan de Noroeste a Sureste del SA y se potencializan con la presencia de Nortes y son una de las causas de que en la zona se den procesos erosivos y pérdidas de playa.

De acuerdo con Marenter (2015)<sup>7</sup>, en el canal de acceso a la Laguna Nichupté la corriente varía de 0 a 2.75 nudos y cambia de dirección dependiendo de si está llenando o vaciando

<sup>7</sup> MIA-P “Recuperación de playa en concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03”,

la laguna. La intensidad de la corriente es mayor en medio del canal y disminuye a medida que se acerca a la parte somera de la playa.

**Batimetría:** En relación a la batimetría, la pendiente de la plataforma en el norte de Quintana Roo hacia el mar es de 4 a 15 km entre la línea de costa y la isobata de las 100 brazas. La inclinación gradual de la costa se interrumpe en varios niveles. En el norte del estado, la configuración estrecha de la plataforma continental es controlada por una serie de fallas normales en bloque y el piso marino desciende a profundidades sobre los 400 m en espacios menores de 10 km. La de Bahía Mujeres es un área muy somera ya que los primeros 2 kilómetros de la línea de costa hacia el mar no sobrepasan los -3 m de profundidad y su mayor profundidad es de -8 m en la parte central.

Una porción del fuerte flujo de la corriente de Yucatán hacia el norte baña la plataforma noreste de Quintana Roo. Las salinidades en la plataforma son de 35 a 36 ppm. La temperatura superficial del agua es de alrededor de 28 °C durante el verano y de 24 °C durante el invierno.

La zona de influencia definida para el proyecto la cual tiene una superficie de 14,775.02m<sup>2</sup>, muestra profundidades que van de 0 a -3.5 msnm, aumentando desde la orilla de la costa hacia el norte. Las secciones de mayor profundidad se encuentran en el extremo norte centro del área de estudio. Hacia los lados este y oeste del extremo norte, llegan hasta -3.0 y -2.5 msnm, respectivamente. En general es un área somera.

Como ya se comentó, con base en el trabajo de campo se pudieron definir dos grandes zonas según el tipo de fondo marino que presentaron. Así, en la sección de algas-pastos las profundidades van de los -0.25 a los -3.5 msnm y en la sección arena-roca de los 0 a los 1.5 msnm. La siguiente figura presenta la ubicación de las zonas y el mapa de batimetría.

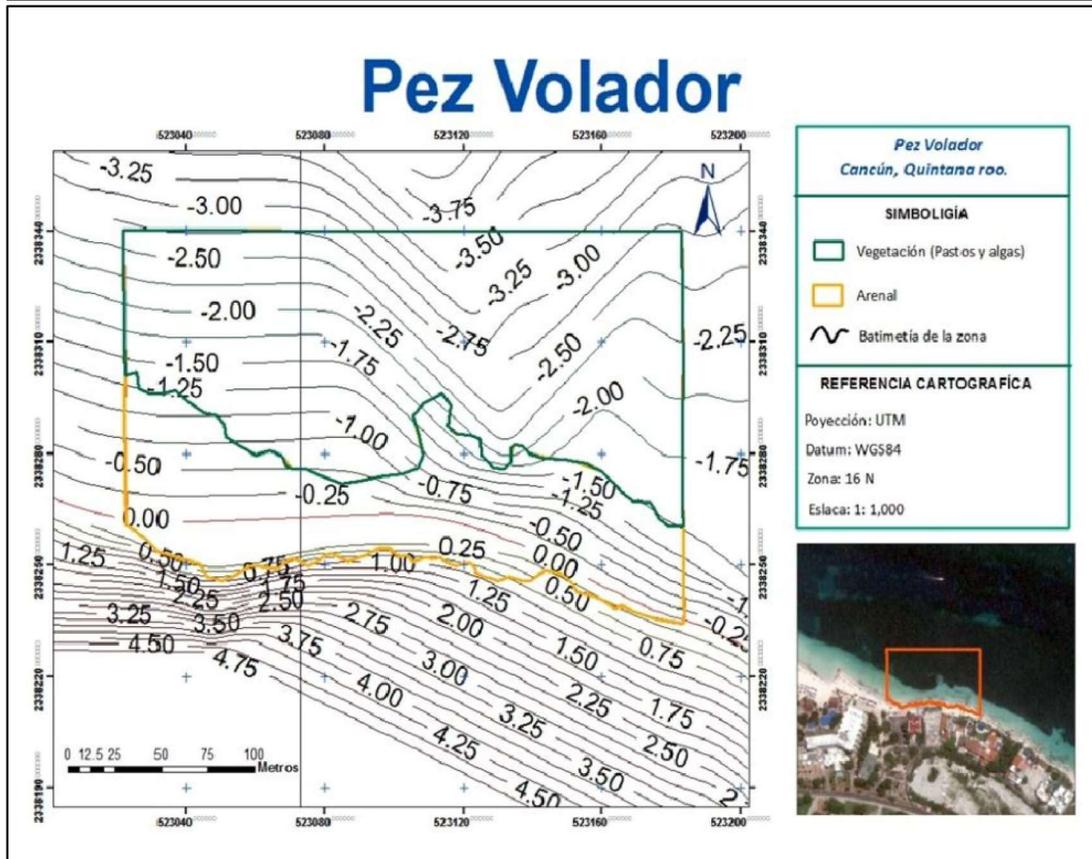
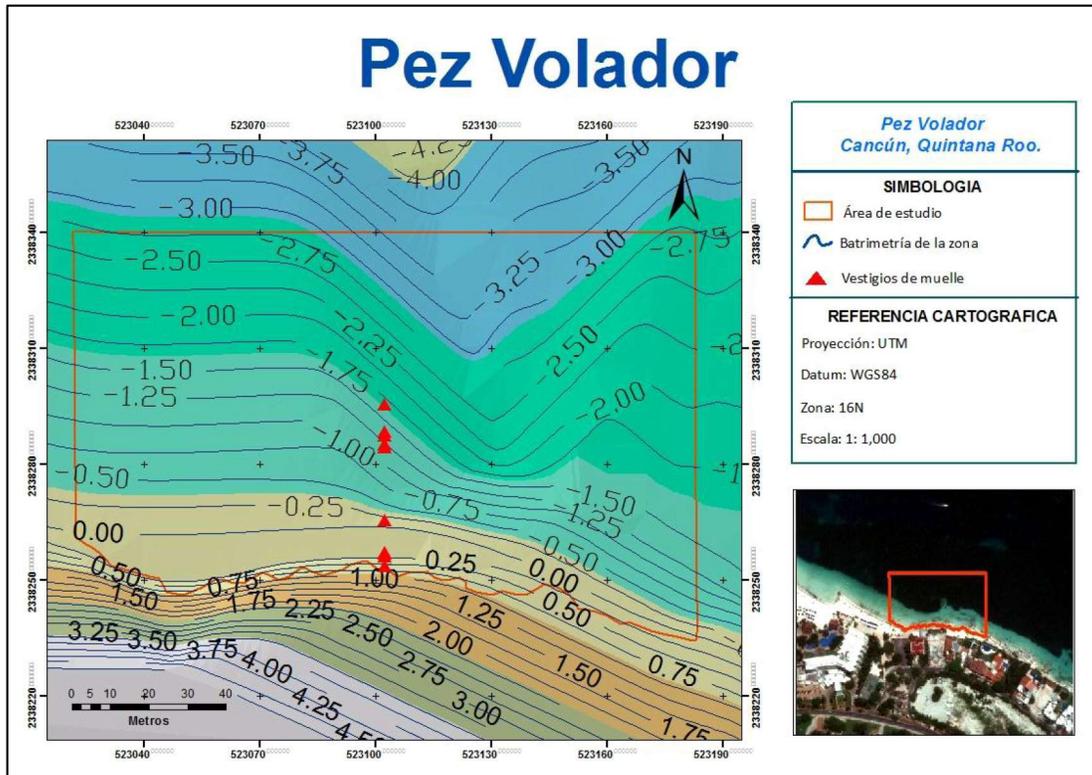


Figura 15. Mapa batimétrico del área de estudio.

## 4 ASPECTO BIOTICO

Como se ha mencionado, el SA tiene una superficie de 15, 273,392.96 m<sup>2</sup> (1,527.34 ha), de las cuales una superficie de 1,462.20 Ha (95.74%) corresponde a la porción marina y una superficie 65.14 Ha (4.26%) a la zona terrestre.

### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

#### 4.1.1 Caracterización de Flora de la Porción Terrestre del SA.

Con base en la carta de vegetación y uso de suelo Serie V del INEGI, la parte terrestre del SA abarca una superficie de 65.14 Ha (4.26%) y está conformada por dos unidades ambientales: la Zona urbana (ZU) y Asentamientos Humanos (AH), las cuales corresponden a la Zona Hotelera de Cancún (Figura 15).

Cuadro 3. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la Carta de Vegetación y Uso de Suelo Serie V del INEGI.

COBERTURA	Superficie		%
	m <sup>2</sup>	Ha	
Asentamientos humanos	83,250.78	8.33	12.78
Zona urbana	568,149.22	56.81	87.22
TOTAL	651,400.00	65.14	100

Sin embargo, la caracterización del POEL para el municipio de Benito Juárez (2011), presenta un mayor detalle de la vegetación y los usos de suelo respecto de la Serie V del INEGI, por lo que de acuerdo con el mapa de vegetación y uso de suelo del POEL del Municipio Benito Juárez, el SA presenta en su mayoría una cobertura de Zona urbana y un parche aislado de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación (Figura 16).

Cuadro 4. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la Modificación del POEL BJ (2014).

COBERTURA	Superficie		%
	m <sup>2</sup>	Ha	
Zona urbana	646,839.06	64.68	99.30
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en recuperación	4,560.94	0.46	0.70
Total	651,400.00	65.14	100

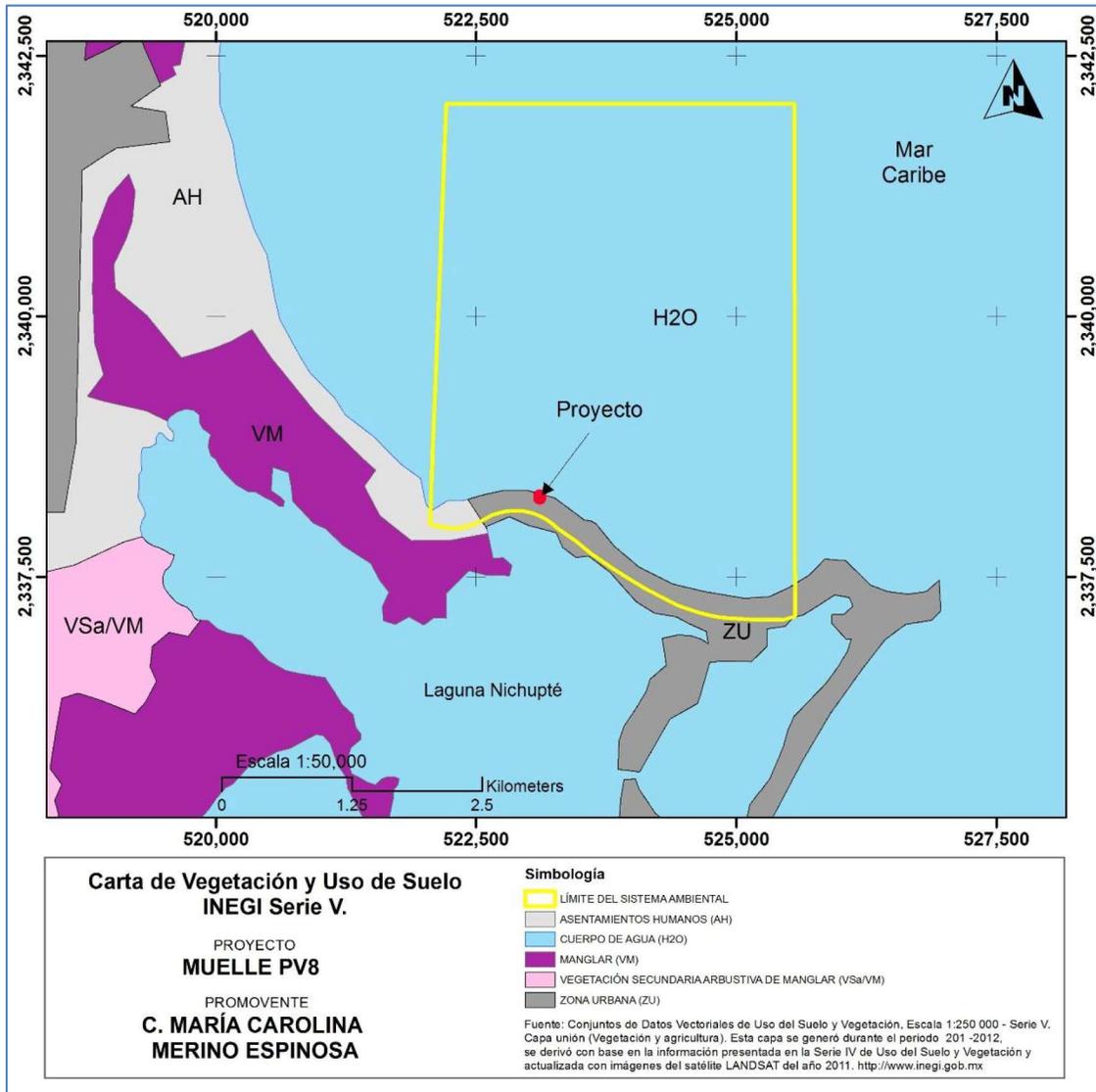


Figura 16. Mapa de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V (Capa Unión). (Fuente: INEGI, 2012).

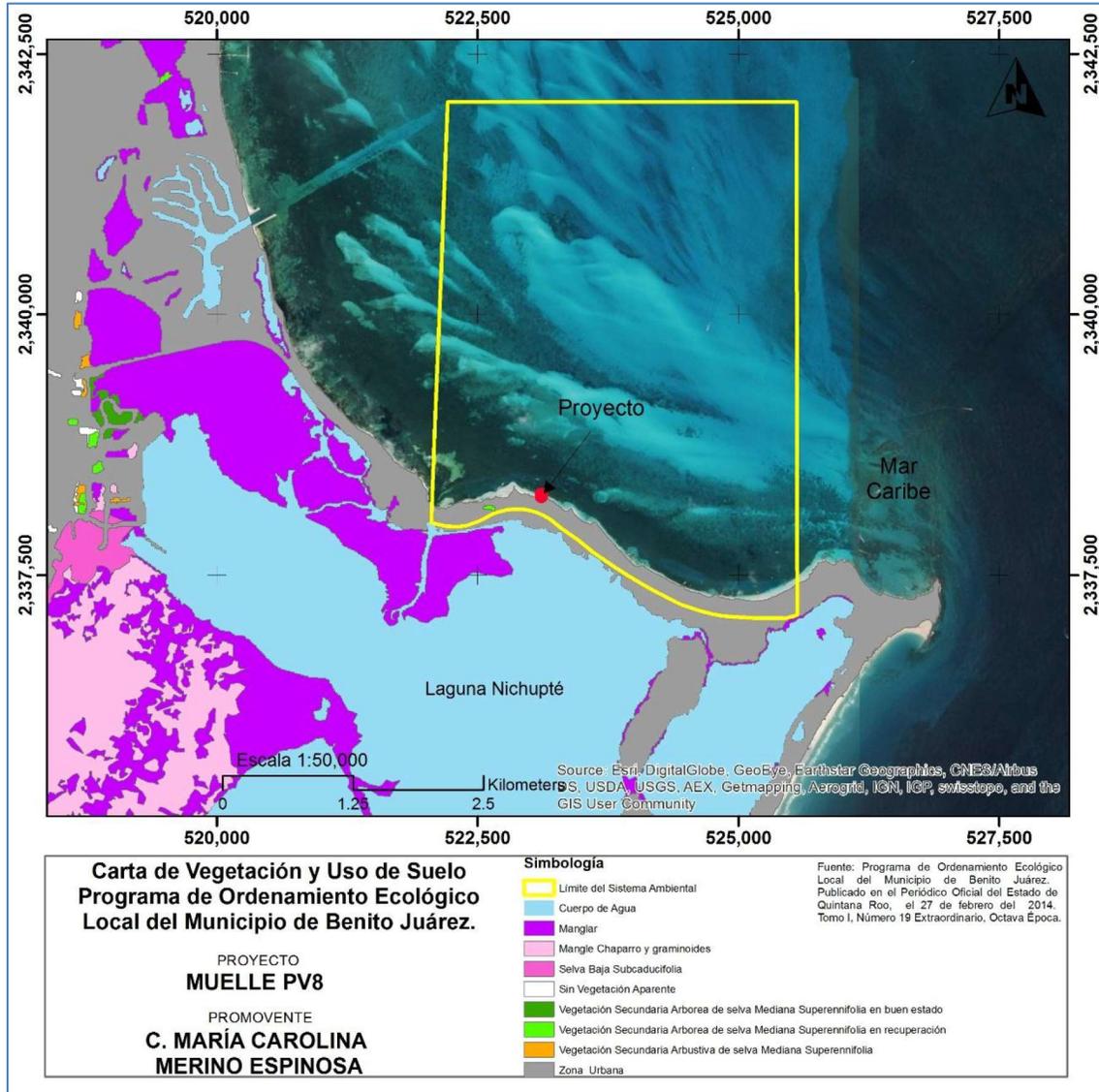


Figura 17. Mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ (2011).

Ahora bien, a partir de un mosaico fotogramétrico construido para este estudio con imágenes satelitales de fecha mayo 2016, obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos digitales adquiridas en el INEGI; se realizó la rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.2, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Con esto se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el SA, el cual presenta un mayor detalle con relación con la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI y el mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ. 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. Asimismo, que con las mismas imágenes de Google Earth Pro, se realizó la caracterización del fondo marino del Sistema Ambiental.

Cuadro 5. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la caracterización elaborada a partir de imágenes del Google Earth.

COBERTURA	Superficie		%
	m <sup>2</sup>	Ha	
<b>Marino</b>			
Arenal	8,934,857.84	893.49	58.50
Pastizal	5,685,854.49	568.59	37.23
Infraestructura	1,287.67	0.13	0.01
Subtotal	<b>14,622,000.00</b>		<b>95.74</b>
<b>Terrestre</b>			
Vegetación secundaria de matorral costero	26,471.86	2.65	0.17
Manglar	4,441.73	0.44	0.03
Playa	69,138.67	6.91	0.46
Sin vegetación	46,202.96	11.53	0.30
Infraestructura	505,137.74	50.51	3.30
Subtotal	<b>651,392.96</b>		<b>4.26</b>
<b>Total</b>	<b>15,273,392.96</b>	<b>1,527.34</b>	<b>100</b>

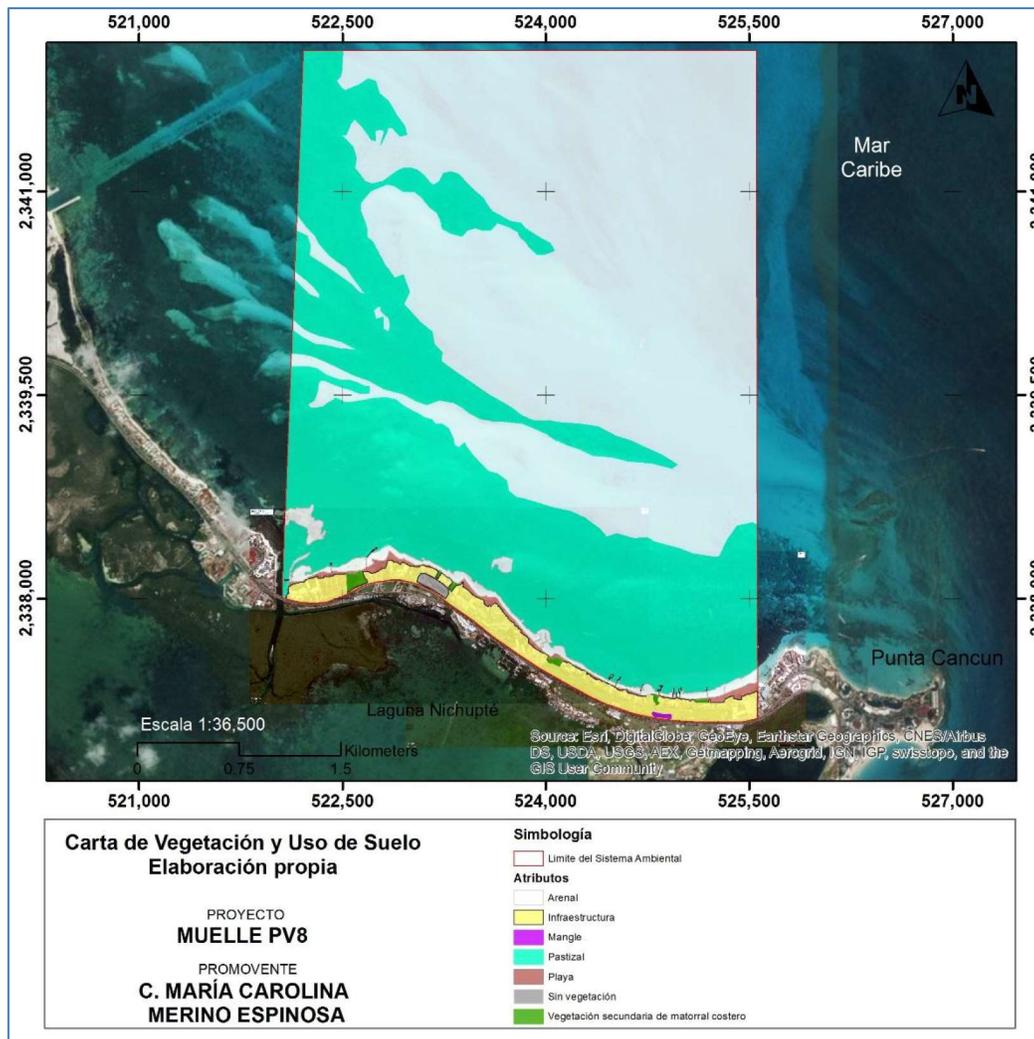


Figura 18. Mapa de vegetación y uso de suelo del SA de acuerdo a la fotointerpretación.

De acuerdo con la caracterización, de la parte terrestre del SA está representada por 5 unidades ambientales, siendo la unidad ambiental de infraestructura la de mayor cobertura, seguida de la cobertura de sin vegetación; playa, vegetación secundaria de matorral costero y por último, el manglar.

Infraestructura: Esta cobertura corresponde a la zona urbana de la zona hotelera de Cancún, la cual está conformada por hoteles de diferentes categorías, viviendas residencias, campos de golf y vialidades.



Figura 19. Se muestran parte de los elementos antrópicos que componen la unidad ambiental de infraestructura, se observan los desarrollos hoteleros, vialidades y campos de golf.

Sin vegetación: Esta categoría corresponde a aquellas áreas que carecen de una cobertura vegetal y que actualmente, están rellenas principalmente por materiales pétreos.

Playa: Esta corresponde una zona que combina las playas arenosas con zonas de litoral rocoso.



Figura 20. Se muestra un área sin vegetación.



Figura 21. Se muestra la unidad ambiental de zona de playa.

Vegetación secundaria de matorral costero: En esta zona encontramos lirio de playa (*Hymenocallis littorallis*), sikimay (*Tournefortia gnaphalodes*), margarita de mar (*Ambrosia hispida*), pantsil (*Suriana maritima*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), palma chit (*Thrinax*

*radiata*), ciricote (*Cordia sebestana*), así como zacate (*Panicum maximum*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), capulín (*Muntingia calabura*), por citar las más representativas. También se presentan especies propias de selva mediana subperennifolia asociada a la vegetación de matorral costero de las cuales las más representativas son chaca (*Bursera simaruba*), chechem (*Metopium brownei*), así como ejemplares del chicozapote (*Manilkara zapota*), jabín (*Piscidia piscipula*), cornezuelo (*Acacia cornigera*), Catzín (*Mimosa bahamensis*), akitz (*Thevetia gaumeri*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), por citar los más representativos.



Figura 22. Se muestran algunas áreas de vegetación secundaria de matorral costero del sistema ambiental.

Es importante mencionar que dentro de esta unidad ambiental se puede encontrar de forma dispersa y aislada parches con especies propias de duna costera con presencia de especies como: *Suriana maritima* (Pantsil), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (Sikimay), *Cordia sebestana* (Siricote), *Hymenocallis litorallis* (Lirio de mar), *Sesuvium portulacastrum* (Verdolaga de playa), *Chrysobalanus icaco* (Icaco), *Scaevola plumieri* (Arbusto de playa), *Ipomea pes-caprae* (riñonina) entre otras, también dentro de la zona de playa se pueden encontrar algunos ejemplares dispersos de estas especies.





Figura 23. Se muestran algunas áreas con especies propias de duna costera.

Vegetación de manglar: en las zonas clasificadas como manglar destaca las especie de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), así como vegetación asociada a esta como enredadera de manglar (*Rhabdadenia biflora*) y helecho de manglar (*Acrostichum danaefolium*) entre otras. Dentro de los límites del sistema ambiental solamente se identificó la presencia de pequeños fragmentos remanentes aislados de *C. erectus* en la zona residencial conocida como Pok Ta Pok.



Figura 24. Se muestra una área aislada de manglar que se ubica entre el Boulevard Kukulcán y el campo de golf de la zona residencial conocida como Pok Ta Pok.

#### 4.1.2 Caracterización de Flora de la Porción Marina del SA.

Si bien, de acuerdo con el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (1996), la porción marina del SA que corresponde a la zona conocida como Bahía Mujeres, está representada en su mayoría por pastos marinos. En este estudio, la sección que corresponde al SA tiene una mayor cobertura de arenales que de pastos marinos. Este mismo programa reporta la presencia de algas como la especie *Dictyota pinnatifida*, *Jania adhaerens*, *Halimeda incrassata*, *Udotea flabellum*, *Acetabularia calyculus* y *Penicillus pyriformis*.

De acuerdo al mapa de vegetación y uso de suelo del SA del área marina se tiene la presencia de 3 ambientes, los cuales corresponde a pastizal, arenales e infraestructura.

El Sistema Ambiental se encuentra cubierto por pastos marinos por poco más del 37% de la superficie total. Los pastizales se caracteriza por su homogeneidad, destaca la presencia de las dos especies de pastos marinos más comunes: *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*; es un pastizal denso y sano, con hojas muy verdes y con escasa presencia de biota epífita, su altura promedio en el dosel es de 20 cm. Dentro de este ambiente de pastizal se observó cobertura de otras algas (*Dictyota pinnatifida*, *Jania adhaerens*, *Halimeda incrassata*, *Udotea flabellum*, *Acetabularia calyculus*, *Penicillus pyriformis*), y no se registró la presencia de gorgonáceos, ni corales. Esta misma vegetación está reportada en los estudios realizados por Marenter (2015)<sup>8,9</sup>

Los arenales que se encuentra contiguo a la playa arenosa en toda la costa, van de 2 a 3 m de profundidad, y el sedimento es de arena fina, también se distribuye de manera casi homogénea en la zona norte del SA. En este ambiente se encuentra inmerso el banco de acumulación de arena. En el fondo marino no se encuentra ningún tipo de vegetación, es en general un sitio con 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 y se acumula en algunas áreas de este lugar.

Dentro de la poligonal de la parte marina del Sistema Ambiental, se incluyó una categoría de infraestructura, esta corresponde principalmente a los muelles y marinas que se encuentran pegadas a la costa.

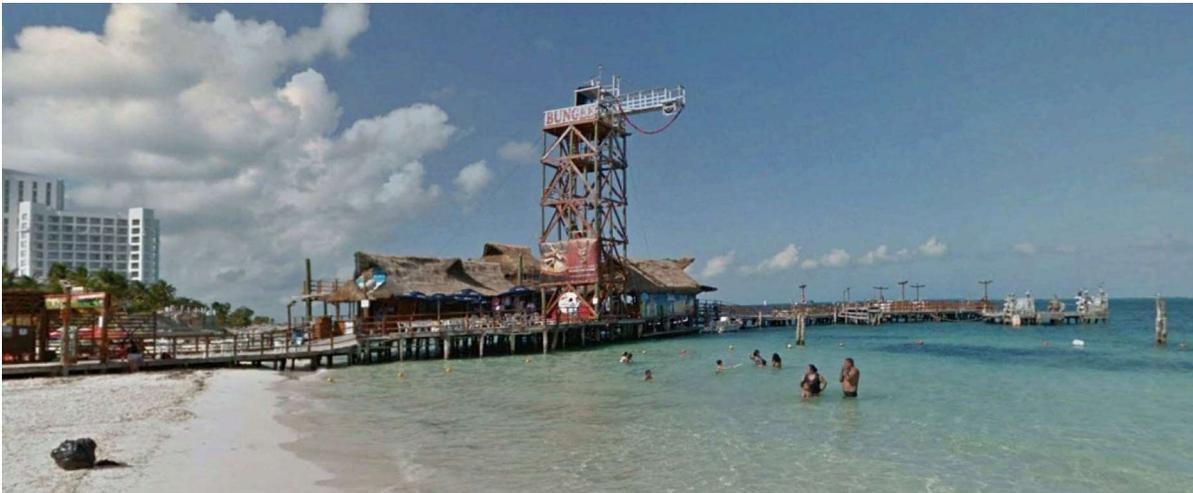


Figura 25. El muelle ubicado en playa tortugas, es un ejemplo de la infraestructura caracterizada en el SA del proyecto.

<sup>8</sup> MIA-P "Recuperación de playa en concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03",

<sup>9</sup> MIA-P "Mejoramiento de las playas de los Hoteles Riu Palace Las Américas y Riu Cancún"

## 4.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA DEL SISTEMA AMBIENTAL

### 4.2.1 Descripción de la Fauna Terrestre.

De acuerdo a la Caracterización de la modificación del POEL del municipio Benito Juárez (2011), están reportadas 566 especies de fauna, distribuidas en 62 de mamíferos, 406 de aves, 57 de reptiles, 15 de anfibios y 26 de peces continentales, con 124 de ellas enlistadas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 13 endémicas.

De acuerdo con los estudios más recientes en el estado de Quintana Roo hay reportadas 7,938 especies, de ahí que el municipio de Benito Juárez tiene representados el 74.6% de los vertebrados terrestres y 20% de peces continentales respecto de los registrados en la entidad.

Dadas las condiciones de perturbación del área, las especies con mayor presencia se refieren a aquellas altamente tolerantes a las condiciones de perturbación y de la presencia humana, muchas de las especies están representadas principalmente por el grupo de las aves, seguida de los reptiles.

De los estudios disponibles de las cercanías al sistema ambiental definido para el presente proyecto se cuenta con la caracterización de fauna realizada para el desarrollo Alisios Residencial Cancún (2008), en el cual se reporta escasa presencia de fauna, observándose solo ejemplares de zanates (*Q. mexicanus*) forrajeando y juveniles y adultos de iguana (*C. similis*) (Q&LL, S.C., 2008). Ambas especies son generalistas y se han adaptado a vivir en zonas urbanas.

Otro registro con el que se cuenta en relación a la fauna existente en los predios ubicados en la zona urbana de Cancún, es el del estudio realizado para el proyecto Hotel Dorado Cancún, ubicado en la SM 8 Lote 1 de la zona urbana Cancún, en el Municipio de Benito Juárez. En el predio de este proyecto se observaron pocas especies de fauna, reportándose la presencia de iguana (*C. similis*), tolok (*B. vittatis*) y la presencia de aves como el zanate (*Q. mexicanus*) y la yuya (*Icterus auratus*) (Ecopladesa, 2009).

De acuerdo con las observaciones y recorridos realizados en la zona terrestre, en el Sistema Ambiental se tiene el registro de las siguientes especies de fauna terrestre:

Cuadro 6. Lista de especies registradas o reportadas para el sitio.\*Especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CLASE REPTILIA (Reptiles)			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<b>Squamata</b>	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> *	Iguana negra de cola espinosa
	Polychrotidae	<i>Norops rodriguezii</i>	Norops
		<i>Norops sagrei</i>	Lagartija
CLASE AVES			
ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<b>Passeriformes</b>	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
<b>Charadriiformes</b>	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora

<b>Passeriformes</b>	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano
<b>Trochiliformes</b>	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibri
<b>Passeriformes</b>	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luisillo
<b>Charadriiformes</b>	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playerito
<b>Pelecaniformes</b>	Threskiornithidae	<i>Ibis ibis</i>	ibis
<b>Pelecaniformes</b>	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca

Dentro del Sistema Ambiental se tiene la presencia de *Ctenosaura similis* (Iguana rayada) especie que está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura 26. Imagen se muestra la Iguana rayada (*Ctenosaura similis*).



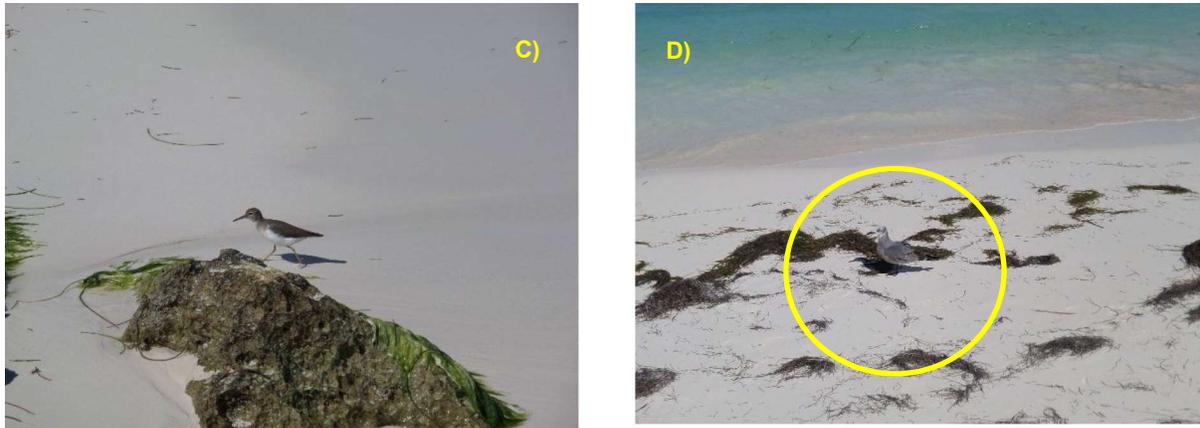


Figura 27. Imágenes que muestran las aves presentes en el SA. A) Luisillo (*Pitangus sulphuratus*), B) Zanate (*Quiscalus mexicanus*), C) Playerito (*Calidris alba*) y D) Gaviota (*Leucophaeus atricilla*).

Debido a las fuertes alteraciones y modificaciones en la cobertura vegetal y escasas de hábitat para la fauna, son pocas las especies que se observaron en el área de estudio definida para la caracterización del proyecto. Las pocas especies existentes en el área son aquellas de tipo generalistas que son tolerantes a vivir en sitios urbanizados, o que sólo utilizan la zona como sitio de descanso o paso.

Hay varios factores que influyen en la poca diversidad de especies detectadas durante el muestreo. Las principales son la cantidad del hábitat disponible, su calidad y su conectividad.

No obstante, la fauna responde de diversas maneras a las perturbaciones del ambiente y algunas especies son tolerantes a permanecer en sitios perturbados, por lo que se adaptan fácilmente a vivir en zonas urbanas o semiurbanas. Sin embargo, otras son menos tolerantes y tienden a desplazarse a sitios más conservados en los que puedan habitar. Especies altamente móviles, como aves y mamíferos pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente y de las posibles barreras, ya sean naturales o artificiales, que se puedan localizar en su camino hacia un sitio mejor conservado.

De hecho, el grupo de fauna con más ejemplares que se observó en la zona del proyecto fue el de las aves. Las aves han logrado subsistir en las zonas urbanas principalmente por su capacidad de vuelo, ya que les permite dispersarse con facilidad y por lo tanto colonizar otros ecosistemas. Además, la heterogeneidad que tienen las distintas especies de aves en cuanto a requerimientos de nicho ecológico, hace posible que exploten diversos microhábitas.

La fragmentación de los ecosistemas modifica las condiciones medioambientales y el funcionamiento de los ecosistemas alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos minerales, el microclima y las propiedades de los suelos (Mas *et al.*, 2000). Este proceso, afecta de manera diferencial la diversidad biológica, ya sea facilitando o condicionando el desarrollo de los organismos por espacio, competencia, depredación,

etc. (Baldwin *et al.*, 2004). Los cambios generados a partir del desarrollo de las actividades humanas se han reflejado en la reducción y deterioro del hábitat natural, lo cual a su vez ha impactado de manera sensible las poblaciones silvestres de un área determinada (Calderón-Mandujano, *et al.*, 2008).

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, humedad, fuerza y dirección del viento (Mandujano *et al.*, 2008), lo cual dificulta su permanencia en sitios perturbados. Sin embargo, algunas especies, principalmente del trópico, son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día. Un ejemplo de estas especies es la iguana o garrobo (*C. similis*) que se ha adaptado a vivir en zonas perturbadas y sitios urbanos y semiurbanos.

De manera general se considera que dadas las condiciones del zona terrestre en el área, se ofrecen pocos espacios que pudieran ser utilizados como hábitat por la fauna, sin embargo el área es utilizada como sitio de alimentación y descanso por especies generalistas y tolerantes a estos sitios.

#### **4.2.2 Fauna Marina del SA.**

Entre Punta Cancún y la Punta Sur de Isla Mujeres se forma un canal de entrada hacia la Bahía de Mujeres del cual el SA forma parte. En este canal la comunidad arrecifal se forma y se asienta sobre una laja calcárea de bajo relieve (arenisca de origen biogénico). El patrón de corrientes característico de esta área es un factor muy importante en la determinación de la estructura de la comunidad arrecifal, ya que los organismos que ahí se encuentran serán aquellos cuyas características de historia de vida les permitan desarrollarse en un régimen de gran tensión hidrodinámica.

Marenter (2015)<sup>10, 11</sup> reporta que en el SA, el grupo de los peces está representado por un total de ocho especies, pertenecientes a cuatro géneros, mismas que corresponde a pargo (*Lujunatus analis*), damisela (*Stegastes leucosticus*), barracuda (*Sphyræna barracuda*), raya (*Urolophus jamaicensis*), tamboril (*Sphoeroides testudineus*), chak chi (*Haemulum flavolineatum*), pez aguja (*Strongylura notata*), sargento (*Abudefduf saxatilis*).

#### **4.3 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DEL ÁREA MARINA DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE SE CONSTRUIRÁ EL MUELLE.**

Como parte de las actividades realizadas para conocer la biota marina del área donde se construirá el muelle, se definió un área de estudio de mayor superficie de 14,775.02 m<sup>2</sup>, la cual representa el 0.097% de la superficie total del Sistema Ambiental definido para el proyecto. Esta área de mayor tamaño se definió con el objetivo de tener la descripción de las condiciones bióticas que rodearán de manera más cercana al muelle.

---

<sup>10</sup> MIA-P "Recuperación de playa en concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03",

<sup>11</sup> MIA-P "Mejoramiento de las playas de los Hoteles Riu Palace Las Américas y Riu Cancún"

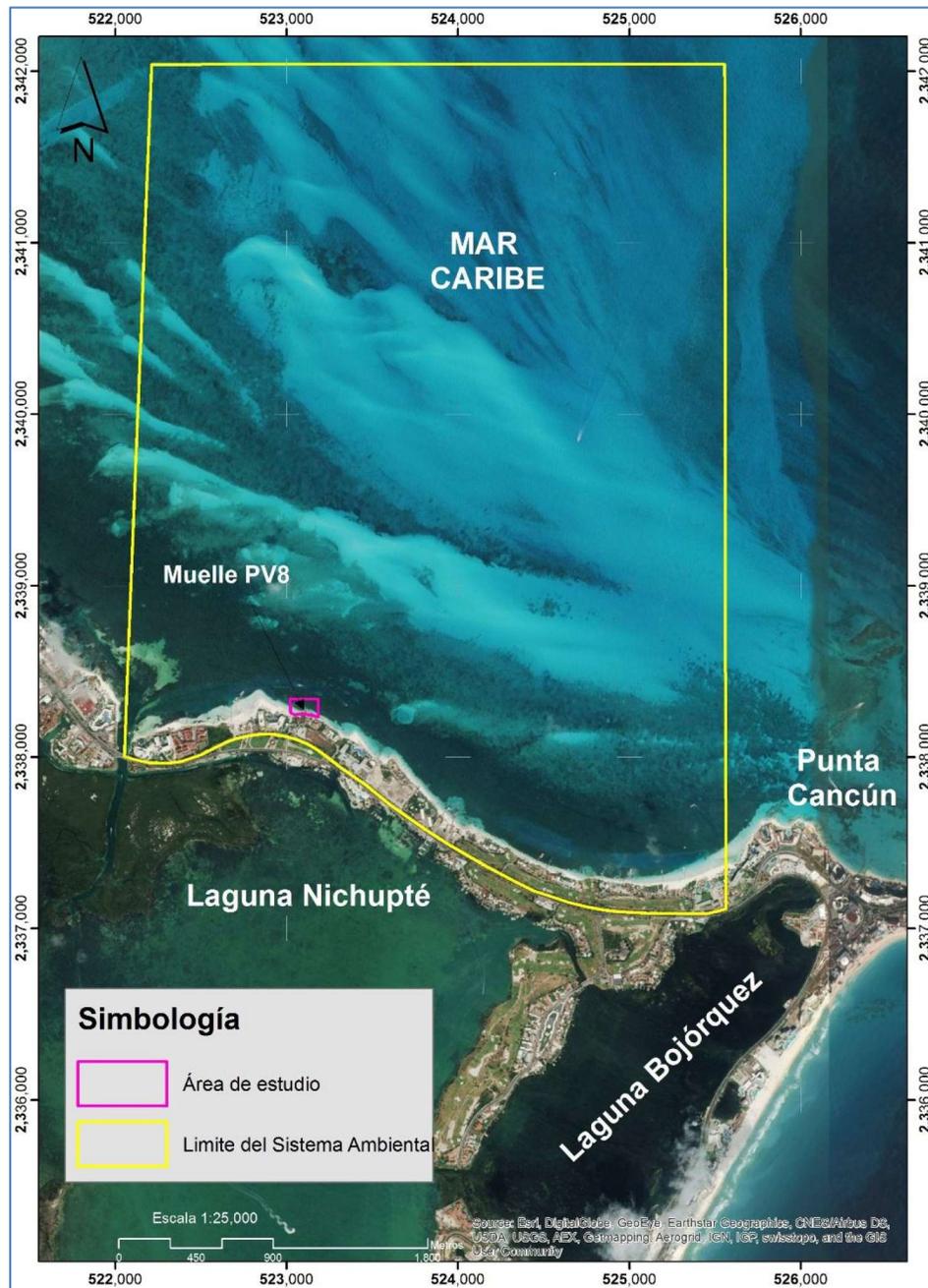


Figura 28. Se presenta la Zona de estudio definida para caracterizar el área del proyecto con relación al Sistema ambiental definido para el mismo.

En esta zona se realizó un estudio puntual cuyos objetivos se presentan a continuación.

### Objetivo general

Caracterizar los grupos biológicos asociados a la sección de la plataforma continental del área de estudio en la zona marina adyacente al Lote 8, manzana 35, calle Pez Volador, de la zona hotelera de Cancun, Quintana Roo.

## Objetivos específicos

- Generar la lista de composición de especies de los grupos bentónicos y nectónicos del área de estudio.
- Obtener datos de la comunidad biológica que sirvan como base técnica para definir posibles cambios a futuro por el desarrollo de actividades en el área.

Para cumplir con los objetivos antes planteados el día 21 de julio del 2016 se llevó a cabo la prospección del sitio con la intención de reconocer las condiciones predominantes del fondo marino, y poder definir un área para estudio en función de la propuesta de ubicar un muelle en el área. Con base en un análisis preliminar de imágenes se pudo determinar que en el área de recorrido hubo en años previos un muelle rústico que fue derruido por el impacto del huracán Wilma en el 2005.

Como parte de la prospección se hicieron recorridos con la ayuda de un GPS (Marca Garmin modelo GPSmaps 76S) abarcando algunas áreas de interés particular incluyendo en ellas, los sitios donde se tenía registro de la presencia del muelle, reforzado por la presencia en el sitio de postes derivados de dicha infraestructura.

Durante el recorrido se realizó un registro fotográfico de los diferentes organismos presentes en los postes. Además se realizó un recorrido en forma de zig-zag en las zonas aledañas a los postes. Se planteó un polígono con base al recorrido, el cuál conformó el área de estudio. Se utilizaron tres cámaras digitales sumergibles de la marca NIKON modelo COOLPIX AW120 y marca FUJIFILM modelos FinePix XP80 para el registro fotográfico.



Figura 29. Imagen del área de estudio donde pretende ubicarse el proyecto, indicando la presencia de los postes del antiguo muelle que existió.



Proceso de marcado de las columnas superficiales y sumergidas del muelle original.



Figura 30. Vista de las secciones expuestas y sumergidas del área donde se observan algunos de los postes del antiguo muelle que ya se encuentran colonizadas por diversos grupos biológicos. En particular por *Millepora alcicornis*.



Figura 31. Otras vista de las secciones expuestas y sumergidas de algunos de los postes del antiguo muelle que ya se encuentran colonizadas por diversos grupos biológicos.

Es importante señalar que el área 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.

### Área de estudio

Uno de los resultados de la prospección fue la definición del área de estudio con base al contorno y conformación estructural del fondo marino de la plataforma en donde se pretende el proyecto. Así el área de estudio definida como área de influencia inmediata del proyecto se encuentra en un polígono de 160 m sobre la línea de costa (80 m a cada lado del trazo del muelle) y 92 m de amplitud promedio desde la línea de costa, conformando un polígono de 14,775.02 m<sup>2</sup>.

De esta forma el trabajo de campo fue realizado sobre dicho polígono, tal y como se muestra en la imagen siguiente. Se definió que los vestigios del muelle previamente existente llegan hasta los 42 m de la línea de costa.



Figura 32. Polígono del área de estudio.

## Muestreo

Con base en los resultados de la prospección, el 23 de Julio de 2016, se realizó un muestreo para dos diferentes tipos de fondos observados en el sitio y que correspondieron básicamente a una sección de arenal con rocas aisladas y una sección dominada por la presencia de pastos y algas marinas, desde un recorrido de tierra a mar, tal y como se puede ver en la siguiente imagen.



Figura 33. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo.

Así el tamaño de muestra para los dos tipos de fondo definidos fueron los siguientes:

Cuadro 7. Relación de área de muestreo por grupo biológico y zona del área de estudio.

Sección del área de estudio.	Transectos (25 m lineales c/u)	Cuadrantes para Algas de (0.25 m <sup>2</sup> )	Superficie muestreada (m <sup>2</sup> )				
			Algas	Corales		Peces	Otros grupos
				Duros	Blandos		
Arena-roca	4	20	5	50	100	200	100
Pastos algas	4	20	5	50	100	200	100
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>200</b>

La caracterización biológica de la zona marina se hizo colocando líneas (transectos) de 25 m perpendiculares a la línea de costa (Loya, 1972; Porter, 1972).

Se registraron los corales que se encontraron en los cuatro transectos, abarcando 25 cm de cada lado de la línea del transecto, obteniendo un área de 12.5 m<sup>2</sup> por cada transecto, por lo tanto, el área total muestreada fue de 50 m<sup>2</sup> por los cuatro transectos.

Se registraron los peces que se encontraron en los cuatros transectos de cada fondo, tomando como área de muestreo un metro de cada lado de la línea del transecto, por lo tanto se abarco un área de 50 m<sup>2</sup> por cada transecto, obteniendo un área total de 200 m<sup>2</sup> muestreada para el registro de los peces.

En cada línea se registraron datos sobre las especies y abundancia de vegetación marina (algas y pastos), corales duros, corales blandos y peces, entre otros grupos de fauna bentónica marina (moluscos y equinodermos). La identificación de las especies de estos grupos biológicos se realizó *in situ* por lo que no se realizó ningún tipo de colecta que pueda causar impacto ambiental.

### Método de muestreo por grupo biológico



Para caracterizar la zona acuática de influencia del proyecto se consideraron por su relevante función a la vegetación acuática (algas y pastos) como principal productor primario, los corales duros como constructores arrecifales primarios, los corales blandos como constructores arrecifales secundarios y los peces marinos por su papel fundamental dentro de las redes tróficas. De estos cinco taxa, 4 son grupos bentónicos o que se distribuyen en el fondo marino: algas, pastos, corales duros y corales blandos. El otro grupo lo forma la fauna nectónica que es la que se encuentra en la columna de agua, esto es, los peces.

### Algas y Pastos

Para el registro de especies de vegetación acuática y su cobertura, se colocó junto a cada línea de 25 m un cuadrante de PVC de 0.5 m por lado, subdividido en cuadros de 5 cm por lado.

Cada cuadrante se colocó cinco veces a lo largo de la línea, cada cuatro metros, contabilizando el número de cuadros de 5 cm ocupados por especies de algas y pastos.

Con la información obtenida se estimó por zona, la riqueza de especies y la cobertura de algas y pastos, particularizando en la cobertura por grupos taxonómicos (Cyanobacteria o algas verde-azules, Chlorophyta o algas verdes, Rhodophyta o algas rojas, Phaeophyta o algas cafés y Magnoliophyta o pastos marinos).



### Corales duros

En cada línea de 25 m se registraron las colonias de coral duro tocadas por el transecto. Por colonia de coral duro se anotó información de la especie, porcentaje de cobertura de tejido vivo y tejido muerto, y condición con respecto a la presencia de enfermedades, blanqueamiento, epibiontes y necrosis. Esto de acuerdo a un protocolo de evaluación arrecifal rápida para el Atlántico y el Golfo (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment o AGRRA por sus siglas en inglés) que define que:



Para la condición de mortalidad, se distingue entre reciente y antigua. Mortalidad reciente se detalla como cualquier parte no viva del coral en el cual las estructuras de pólipos están blancas, ya sea aún intactas, o cubiertas por una capa delgada de algas filamentosas o sedimentos. Mortalidad antigua se especifica como cualquier parte no viva del coral en la que los pólipos han desaparecido o están cubiertos por organismos que no se eliminan fácilmente, como ciertas algas e invertebrados.

Entre las enfermedades que afectan los corales duros están las siguientes:

- Banda blanca- cuando se observa una línea marcada que separa el tejido del esqueleto expuesto, en forma de banda, generalmente en la base de las colonias pero puede empezar en otras partes, solo en Acroporidos.

- Plaga blanca- similar a banda blanca pero se presenta en muchas otras especies, como una línea que separa el tejido del esqueleto expuesto, tres tipos no diferenciables en el campo.
- Manchas oscuras- manchas oscuras en el tejido, que pueden o no estar acompañadas de mortalidad.
- Hiperplasia- incremento en el número de células, formación de tumores.

Estas enfermedades son causadas por la acción de patógenos (microorganismos con la capacidad de producir una enfermedad) sobre los corales y uno o varios factores de estrés que en la mayoría de los casos son: la temperatura elevada, la sedimentación y la contaminación, los cuales propician la proliferación de patógenos convirtiéndolos en peligrosos agentes de infección. Entre las más reconocidas y con el mayor rango de distribución encontramos la enfermedad de la banda negra y la plaga blanca.

Blanqueamiento, es el tejido con pigmentación baja, que tiene una apariencia pálida casi transparente. En cada colonia de coral se registró la presencia e intensidad del blanqueamiento. Como intensidad se registraron dos niveles: pálida, cuando la colonia no está totalmente blanca, y blanqueada, cuando la colonia está totalmente blanca, sin color.



-Como epibiontes se consideró el crecimiento de los siguientes organismos sobre la colonia de coral:

- algas-sedimento, presentes en el sustrato adyacente al borde del coral.
- *Trididemnum*, es una ascidia colonial que compite por sustrato.
- macroalgas, son las algas que se distinguen a simple vista, generalmente representadas por algas cafés del género *Dictyota*.
- coralináceas, son algas calcáreas, regularmente constituidas por algas rojas con forma de crecimiento incrustante.
- *Cliona*, es una esponja perforante de colonias de coral duro.



Otras condiciones que se pueden registrar en las colonias de coral son:

- Necrosis, cuando el tejido coralino está degradado, es una mortalidad parcial por causas desconocidas.

- Mordidas, cuando se aprecia la forma y marcas de dientes, comunes son las mordidas de peces loros de los géneros *Scarus* y *Sparisoma*.

Con la información obtenida de corales duros se estimó, por zona caracterizada, la riqueza de especies, cobertura de tejido coralino vivo, densidad de colonias por metro cuadrado y condición de las colonias.

Adicionalmente se realizó un levantamiento de todos los ejemplares de corales observados en un recorrido paralelo a la línea de costa. En la zona donde se detectó la presencia de estos durante el muestreo y la prospección registrándolo en la superficie con un GPS, mientras que fueron medidos en sus dimensiones.



Figura 34. Proceso de levantamiento de corales en el área de estudio.

## Corales blandos

Las colonias de coral blando se registraron 0.5 m a cada lado de la línea de 25 m.

En esta área se registró la especie de coral blando, número de colonias por especie y condición de las colonias con respecto a la presencia de mortalidad, Aspergillosis, epibiosis o crecimiento de otros organismos, condición de la fronda y presencia de organismos depredadores.



- La Aspergillosis se puede presentar como:



- Manchas Púrpura (MP)
- Puntos púrpura (PP)
- Tumores (T)

La condición de epibiosis en las colonias de coral blando considera el crecimiento de organismos como los siguientes:

- Coral de fuego, son colonias de coral duro del género *Millepora*.
  - Algas rojas, del grupo Rhodophytas que crecen como filamentos o costras.
  - Cianofitas o algas verdes - azules que crecen como filamentos.
  - Hidrozoarios
- Para definir la condición de la fronda de la colonia se registró lo siguiente:
    - Fracturas, con fronda fracturada o dividida
    - Sedimento-algas, con parches de sedimento y algas que generalmente son cianofitas que crecen como filamentos pequeños.
    - Necrosis, con tejido coralino degradado, mortalidad parcial por causas desconocidas.
    - Nódulos de algas, tumores de algas verde-azules filamentosas en las puntas o ramificaciones de la colonia
  - Como depredadores de las colonias se pueden encontrar:

- *Cyphoma*, caracol de concha pequeña, de hasta 6 cm de largo, que se alimenta de la fronda de corales blandos.
- *Hermodice carunculata*, gusano de mar con numerosas quetas urticantes, que se alimenta de la fronda de corales blandos.

## **Peces**

Por cada línea de 25 m se contaron los peces observados un metro a cada lado de la línea y en la columna de agua (Brock, 1954), estimando el número de peces por especie. Los muestreos visuales de peces fueron los primeros en realizarse para evitar que los peces huyeran al acercarse otras personas y esto afectara la toma de datos.

Con la información obtenida por zona, se estimó la riqueza de especies de peces asociadas a los diferentes tipos de fondos.

### ***Identificación de ejemplares***

La identificación de las especies de peces, corales y vegetación acuática fue realizada *in situ*. Para confirmar la identificación de algunas de estas especies fueron tomadas fotografías que se revisaron con las guías de identificación de la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994), “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (<http://www.fishbase.org/>).

No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.

## **Análisis de resultados**

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad marina que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

### **Riqueza Específica:**

Es el número de especies que conforman la comunidad de cada grupo en una determinada área y se define con la letra “S”.

### **Índice de Diversidad**

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie. Para medir la diversidad en la comunidad marina motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula estadística:

$$\text{Índice de Simpson (D)} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S (p_i)^2}$$

Dónde:

**S**= Riqueza específica de la comunidad.

**pi**= Proporción de individuos de la especie *i* en la comunidad = Número de individuos de la especie "X" / Número total de individuos. Equitabilidad toma valores entre 0 y 1 y compara los valores de diversidad observados y la diversidad máxima que es un supuesto que implica que todas las especies tengan un mismo número de individuos. La equitabilidad se calculó como:

$$E = D/D \text{ max.}$$

Dónde:

D=Diversidad y

D max es la diversidad máxima.

### **Abundancia**

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Sin embargo, bajo algunas circunstancias donde las formas de crecimiento no permiten contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente debido a que se encuentran en forma de colonias como el caso de los corales o que presentan formas de vida rastreras como los pastos marinos y algunas algas marinas, que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterradas bajo el suelo arenosos, también puede medirse en función de la Cobertura.

### **Cobertura**

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies o formas de vida. La cobertura es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algas marinas. En el método de cuadrantes, la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo. Este parámetro también se puede usar además de la densidad como en el caso de corales donde no solo se cuenta con el número de colonias, sino además la cobertura o área que ocupa cada una de ellas.

### **Densidad**

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o un grupo, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie, presentes en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma

relativa “Dr” o absoluta “Da”. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{\text{No. Individuos de la especie "X"} \times 100}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en el área muestreada y extrapolada al área total del área de estudio. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$Da = \frac{\text{No. De individuos de la especie "X"} \times \text{área total}}{\text{Área muestreada en m}^2}$$

### **Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir es el número de unidades de muestreo (transectos o cuadrantes) en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X"} \times 100}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}$$

### **Índices de Valor de importancia (I.V.I.)**

El índice de valor de importancia es el parámetro que pondera el valor de una especie con respecto al resto, con base a al menos dos de los parámetros mencionados; dominancia (en forma de cobertura o área ocupada), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de su grupo marino. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. fue de 200 a 300. Así las formulas ocupadas para le

$$I.V.I = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

$$I.V.I = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Cobertura relativa}$$

Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de densidad, frecuencia y/o cobertura relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies.

## RESULTADOS

En el sitio se encontraron vestigios del antiguo muelle (consistentes en los postes residuales de su estructura, y a sus alrededores se encontró abundante flora y fauna marina.



Figura 35. Imagen de la condición actual de lo que fue el antiguo muelle construido en el sitio.



Figura 36. Imágenes obtenidas del Google Earth del año 2005 donde se observa la estructura del muelle previamente existente.



Figura 37. Imágenes obtenidas del Google Earth del año 2005 donde ya no se observa la estructura del muelle previamente existente posteriores al impacto del huracán Wilma en las costas del estado.

### **Análisis retrospectivo de imágenes.**

Una vez ubicada el área de estudio y con los puntos de GPS registrados durante la prospección, se procedió a colocarlos sobre la Ortofoto (2004 INEGI) y la imagen de satélite Google Earth (2005). Así se observó que efectivamente el Muelle había existido hasta antes del paso del Huracán Wilma en Octubre del 2005.

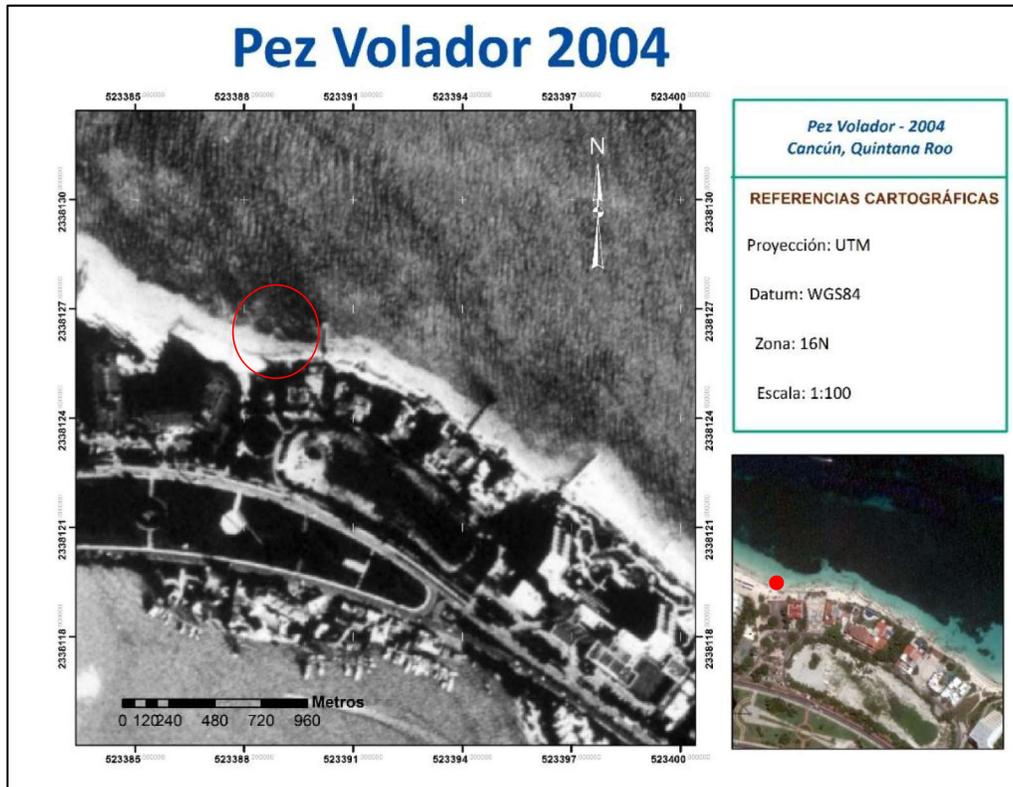


Figura 38. Mapa del área de estudio sobre la Ortofoto INEGI-2004. El círculo rojo resalta el muelle original.



Figura 39. Mapa del área de estudio sobre la Imagen de satélite Google Earth (24 Octubre-2005). El círculo rojo resalta el área de ubicación del muelle original.

Tal y como se ha mencionado, durante el trabajo de campo se pudieron detectar los vestigios del antiguo muelle, mismos cuya ubicación se dibujó en la siguiente imagen.



Figura 40. Mapa de ubicación de los vestigios del muelle encontrados en campo.

### 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.



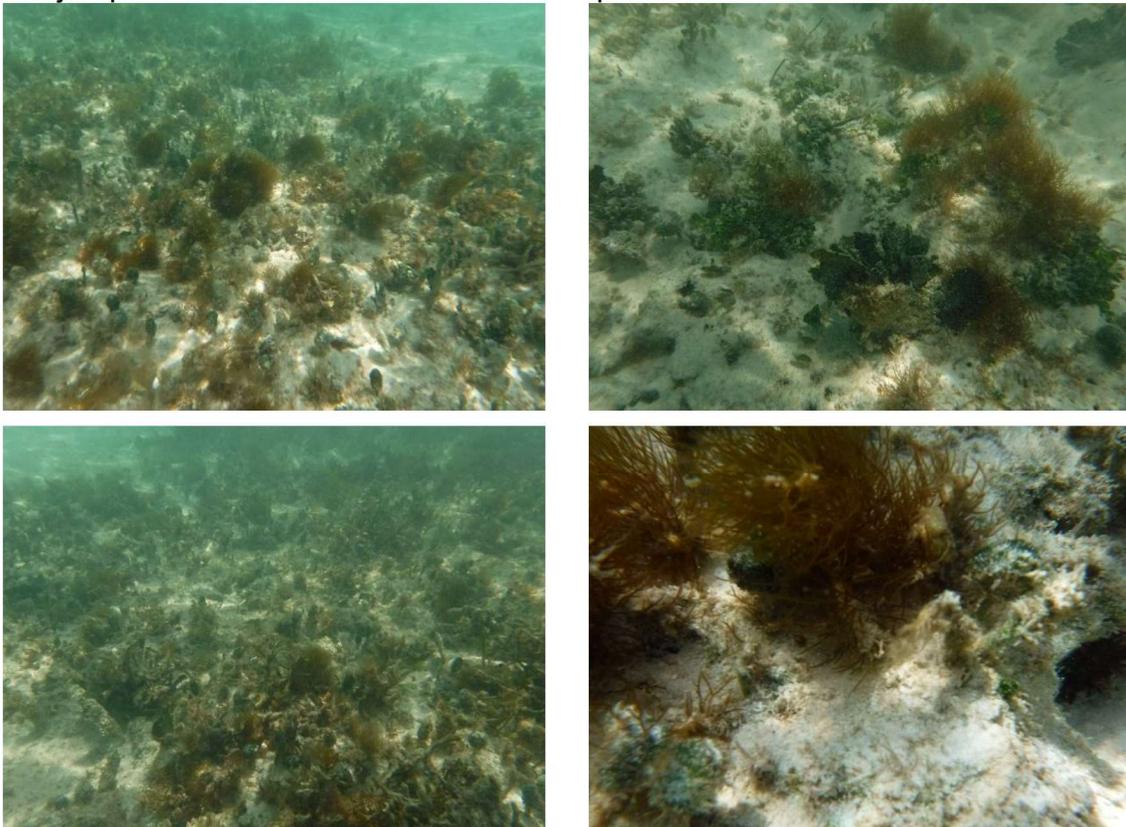
Figura 41. Se muestra el área de arranque del muelle.



Figura 42. Se muestra la zona de playa colindante al predio.

### Descripción general del área de estudio.

El área de estudio corresponde a una pequeña porción de la plataforma marina que tiene una pendiente que llega hasta los 2.5 m de profundidad. Inicia con una franja de arena fina y suelta característica del Mar Caribe donde se encuentran expuestas secciones de laja que han sido ocupadas por pequeñas especies bentónicas. Las especies más evidentes en las secciones rocosas fueron las algas costrosas coralinas y las filamentosas, seguidas de las Rizophyticas, así como las anémonas y los crecimientos pequeños y aislados de corales. Las pequeñas oquedades que conforman las rocas se encuentran habitadas por estados juveniles de peces arrecifales y erizos. Las imágenes siguientes son un ejemplo de las diferentes asociaciones presentes en las rocas.



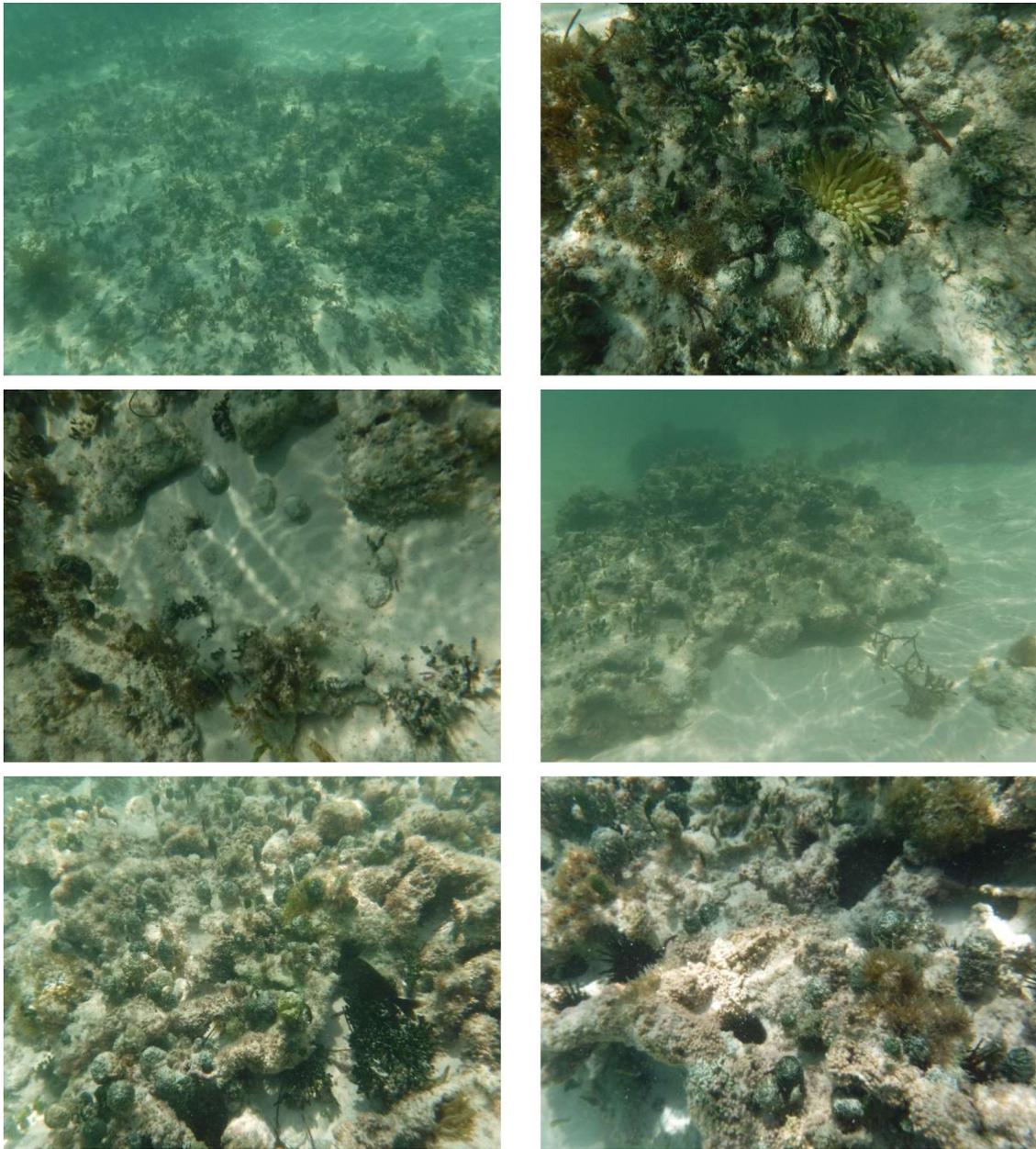


Figura 43. Imágenes de la sección rocosa del área de estudio.

Las rocas se encuentran inmersas en una franja de arena suelta y fina, por lo que es muy poco estable y fácilmente se re-suspende en la columna de agua. Esta franja de arena tiene en promedio 32 m de amplitud. Las rocas de mayor talla se encuentran básicamente en los primeros 15 m desde la línea de costa.



Figura 44. Imagen de diferentes secciones del arenal desnudo con muy poca cobertura de rocas expuestas.

Continuando hacia mar abierto se encuentra un borde “escalón” que marca el límite entre la franja de arena-roca y la franja de pastos algas. El borde tiene en promedio 35 cm de altura con respecto a la zona de arena-roca.

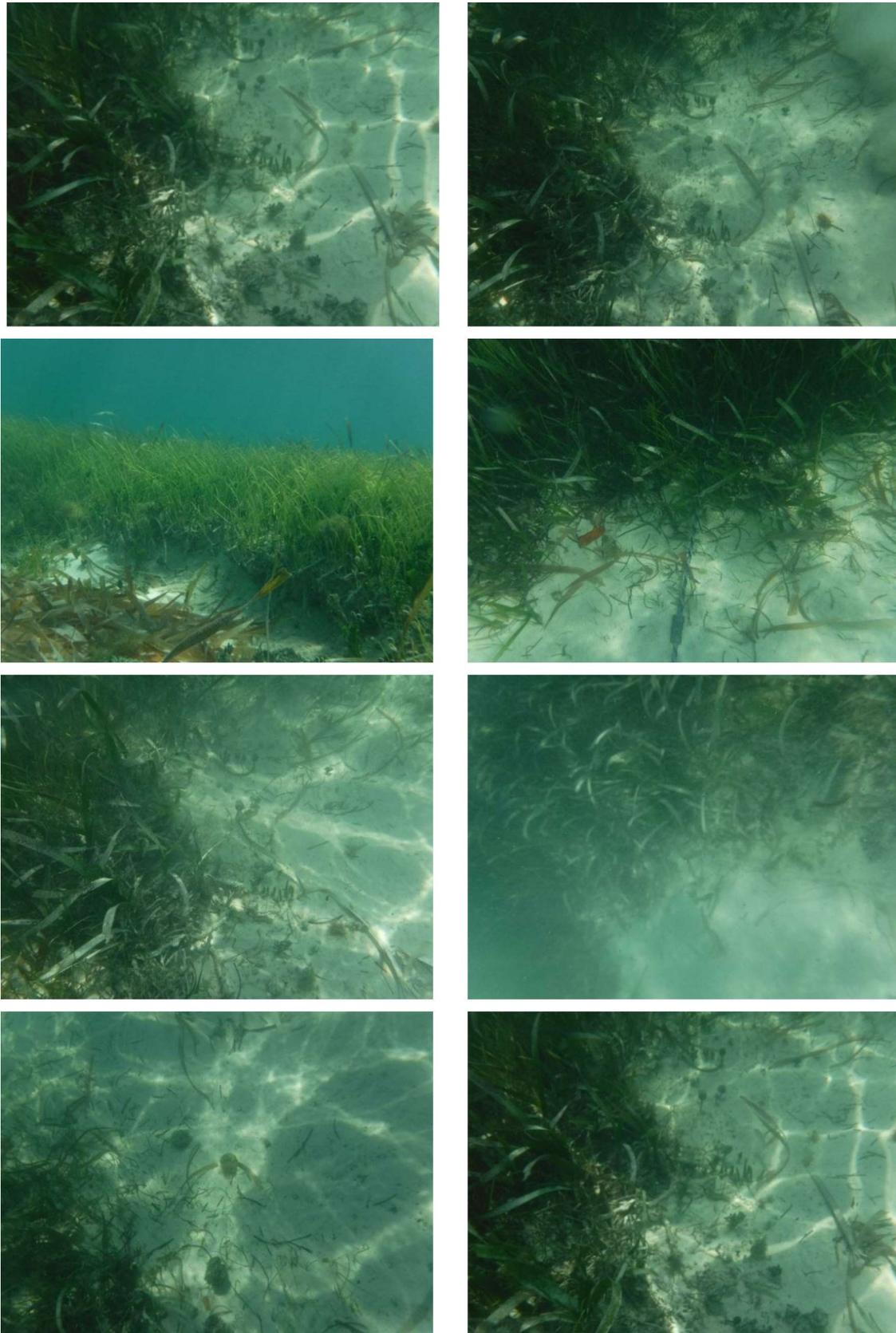


Figura 45. Imágenes del borde entre la sección de arena-roca y la de pastos y algas.

La sección de pastos-algas es una franja muy densa de vegetación marina donde los elementos dominantes son *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* con alturas de hasta 40 cm en sus folios. Entre esta densa capa se pudieron observar algunos elementos del grupo de las Rizophyticas como son las especies presentes de los géneros *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhipocephallus* y *Udotea*. Además de algunas algas rojas como son *Amphiroa* y *Jania*.





Figura 46. Imágenes de la sección de pastos-algas dentro del área de estudio.

Considerando lo anterior, fue posible generar el mapa de fondos marinos del área de estudio. Del área de estudio 4,644 m<sup>2</sup> está conformado por el arenal y 10,131m<sup>2</sup> por vegetación de pastos y algas.

Cuadro 8. Superficie y porcentajes de cobertura por tipo de fondos marinos del área de estudio.

Fondo	m <sup>2</sup>	Ha	%
Arena-roca	4,643.62	0.46	31.43
Vegetación	10,131.40	1.01	68.57
<b>Total</b>	<b>14,775.02</b>	<b>1.48</b>	<b>100</b>

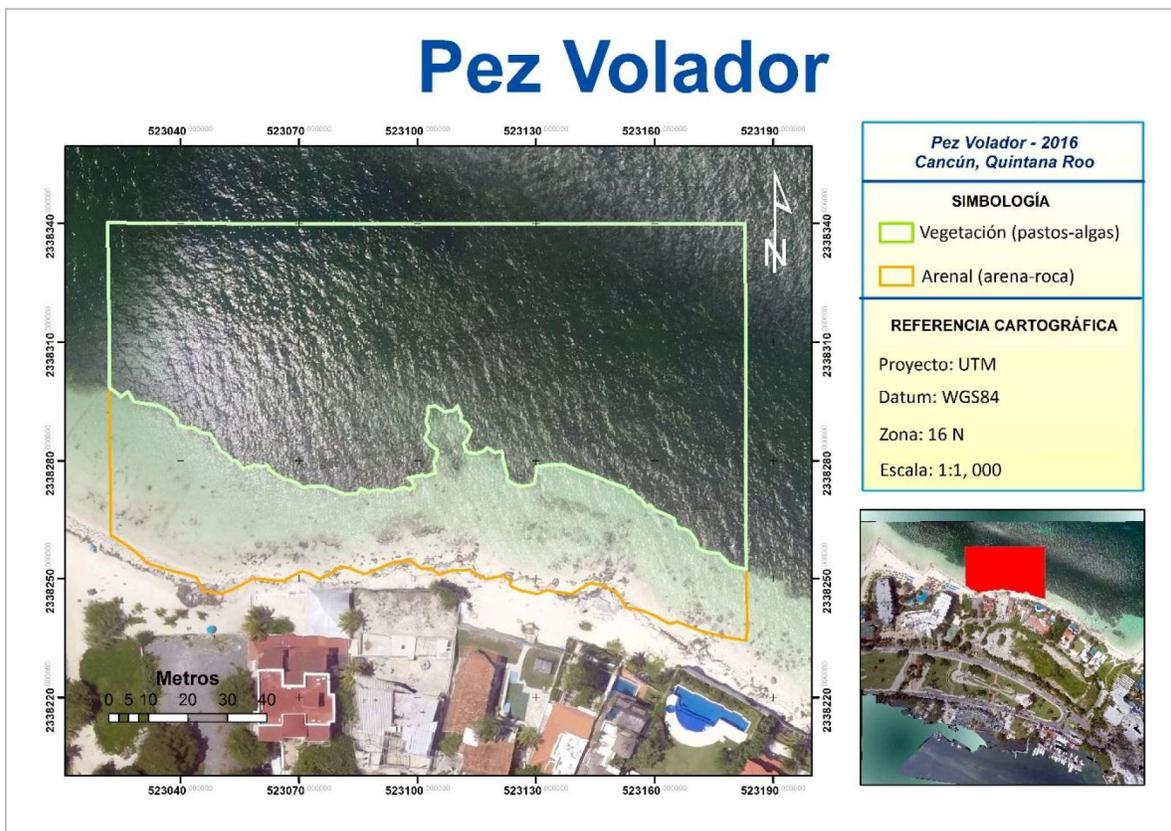


Figura 47. Mapa de tipo de fondos marinos registrados en el área de estudio.

## ÁREA MÍNIMA DE MUESTREO

Como resultado inicial se presentan los datos obtenidos del análisis de área mínima de muestreo. Para las algas y pastos marinos que fue de 20 cuadrantes de 0.25 m<sup>2</sup> (equivalente a 5 m<sup>2</sup> de muestreo total), mostrando el comportamiento que se observa en las siguientes dos gráficas.



Figura 48. Gráfica de vegetación de área muestreada vs. No. de especies registradas en la zona de pastos-algas.



Figura 49. Gráfica de vegetación de área muestreada vs. No. de especies registradas en la zona de arena-roca.

Para peces también se obtuvo la estabilización de la curva para los dos ambientes evaluados, tal y como se muestra en las siguientes dos gráficas.

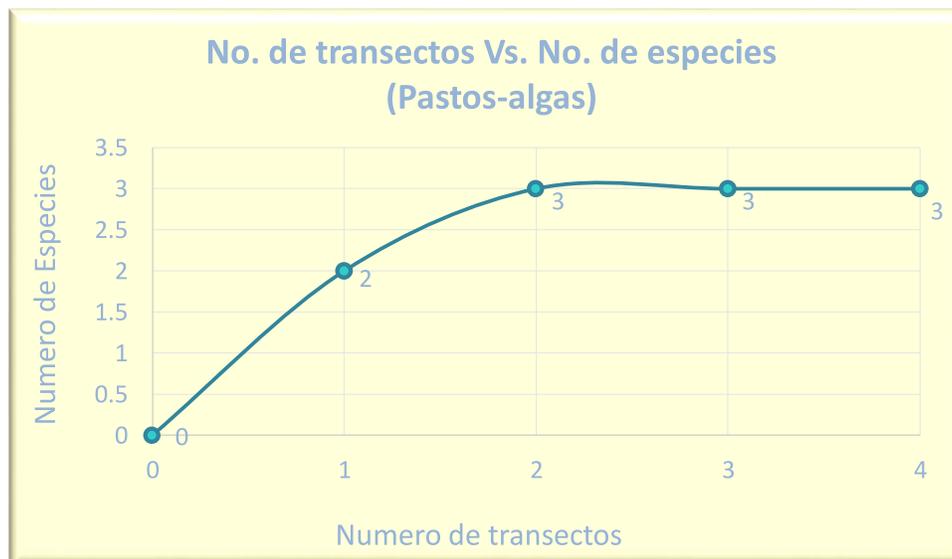


Figura 50. Gráfica de peces de área muestreada vs. No. de especies registradas en la zona de pastos-algas.



Figura 51. Gráfica de peces de área muestreada vs. No. de especies registradas en la zona de arena-roca.

En lo que a corales se refiere el comportamiento fue un tanto diferente. Se encontraron 6 especies (hexacorales) en 4 transectos, y en la sección de pastos y algas únicamente se registró la presencia de 3 especies de las cuales solo se acumuló una especie y fue un gorgonáceo (octocoral). De ahí que se decidió presentar los acumulados en un mismo gráfico.



Figura 52. Gráfica de corales de área muestreada vs. No. de especies registradas en la zona de arena-roca y pastos algas.

### Comunidades Bentónicas

En esta sección se describe la riqueza de especies, distribución y abundancia de la flora y fauna asociada al fondo acuático del área definida como área de estudio, incluyendo vegetación acuática (algas y pastos marinos), corales duros y corales blandos, así como organismos de otros grupos biológicos.





Figura 53. Imagen de los grupos bentónicos presentes en el área de estudio.

En el área de estudio se pudieron registrar un total de 65 especies. De estas, 26 fueron plantas marinas (algas y pastos marinos), 7 fueron corales; 19 fueron peces, 3 moluscos, 3 equinodermos, 1 esponja, 1 crustáceo, 2 anémonas y 3 falsos corales (zoantido y milepora). Dichas especies pertenecen a 12 grupos marinos. Es importante mencionar que del total de especies registradas, ninguna está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 9. Lista de especies por grupos presentes en el área de estudio.

<b>Grupos</b>		<b>Número de especies</b>
Vegetación	Algas	24
	Pastos marinos	2
Corales	Peces	19
	Duros	6
	Blandos	1
Falsos corales	Zoantidos	1
	Mileporas	2
Otros grupos	Esponjas	1
	Anémonas	2
	Equinodermos	3
	Moluscos	3
	Crustáceo	1
	<b>12</b>	<b>S=65</b>

## Vegetación acuática

La vegetación acuática que se consideró para efectos del presente estudio de caracterización consta de 2 grupos: los pastos, que son plantas vasculares que se desarrollan en ambientes marinos, y las algas que se presentan en ambientes marinos, dulceacuícolas y salobres. Ambos grupos de plantas, forman la base de la red trófica en ambientes acuáticos, pues son productores primarios, que convierten la energía luminosa y nutrientes en materia orgánica; así, la vegetación marina cumple con el importante papel ecológico de proveer de alimento, oxígeno y hábitat a varias especies de animales arrecifales como peces, moluscos, crustáceos y equinodermos.



Figura 54. Imágenes que reflejan diversos aspectos de la vegetación acuática del área de estudio.

En la imagen superior se observa una matriz cerrada conformada básicamente por pastos marinos. En la imagen inferior se observa una matriz de laja y coral muerto, cubierta por una capa de algas costrosas calcáreas, sobre las que se desarrolla una capa de especies de algas filamentosas y rizofíticas.

## Distribución por zonas y composición específica

Se registraron 26 especies de vegetación acuática, incluyendo 12 especies de Chlorophytas o algas verdes, 1 especie de Phaeophyta o algas cafés y 10 especies de Rhodophytas o algas rojas y 1 especie de algas Cyanophytas o verde-azul. Adicionalmente 2 especies del grupo de los pastos marinos. De estas especies de algas marinas identificadas, 13 se registraron en la zona de arena-roca y 24 se registraron en la zona de pastos-algas.

Cuadro 10. Lista de especies de vegetación acuática presente en el área de estudio.

División	Nombre Científico	Pastos y algas	Arena-roca
Chlorophyta	<i>Avrainvillea longicaulis</i>		X
	<i>Caulerpa cupressoides</i>		X
	<i>Caulerpa sertularoides</i>		X
	<i>Cladophoropsis sp.</i>		X

	<i>Codium sp.</i>		X
	<i>Halimeda incrasata</i>	X	X
	<i>Halimeda monile</i>	X	X
	<i>Penicillus capitatus</i>	X	X
	<i>Penicillus dumetosus</i>	X	X
	<i>Rhipocephallus phoenix</i>	X	X
	<i>Udotea spinulosa</i>		X
	<i>Valonia sp.</i>	X	X
	12	6	12
Cyanophyta	<i>Hydrocoleum sp.</i>	X	X
	1	1	1
Phaeophyta	<i>Dictyota sp.</i>	X	X
	1	1	1
Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	X	X
	<i>Ceramium sp.</i>		X
	<i>Champia sp.</i>		X
	<i>Chondria sp.</i>		X
	<i>Digenea simplex</i>		X
	<i>Gelidium sp.</i>		X
	<i>Jania adhaerens</i>	X	X
	<i>Laurencia obtusa</i>		X
	<i>Lithophyllum sp.</i>		X
	<i>Wrangelia argus</i>	X	X
	10	3	10
Magnoliophyta	<i>Syringodium filiforme</i>	X	
	<i>Thalassia testudinum</i>	X	
4 de algas	2	2	0
1 de pastos	26	13	24

### Cobertura y riqueza específica.

Al analizar el grupo de plantas acuáticas más representado resultó que las algas Chlorophytas o algas verdes fue el grupo de mayor número de especies con 12 especies de las 26 registradas, las cuales representan el 46.15%, seguidas de las algas rojas o Rhodophytas con 10 especies, seguidas de los pastos marinos con 2 especies que representan el 7.69 %. Las algas cafés (Phaeophytas) y las verde-azules (Cyanophytas) estuvieron representadas por una sola especie (3.85 %). Esta distribución se puede observar en la siguiente figura.

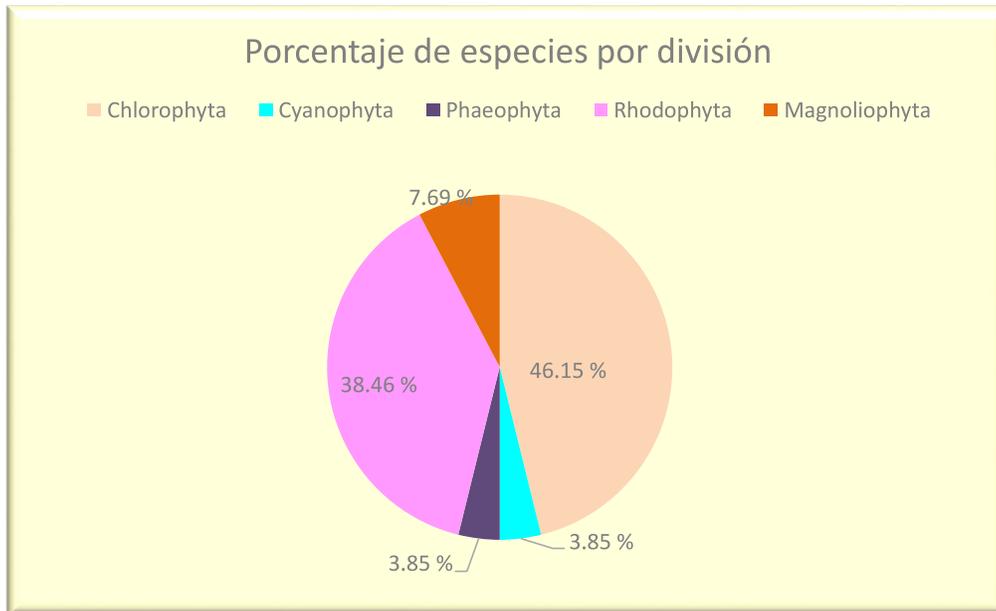


Figura 55. Gráfica de Porcentaje de especies por grupo vegetal marino.

En un análisis comparativo y como era de esperarse, la sección denominada pastos-algas tiene la mayor cobertura vegetal total con un valor calculado de 98.34 %. En comparación a la sección denominada arenal-roca (con solo el 17.31 % de la cobertura total ocupada por vegetación marina). Sin embargo la segunda tiene la mayor riqueza de especies con un total de S=24, de las 26 especies registradas.

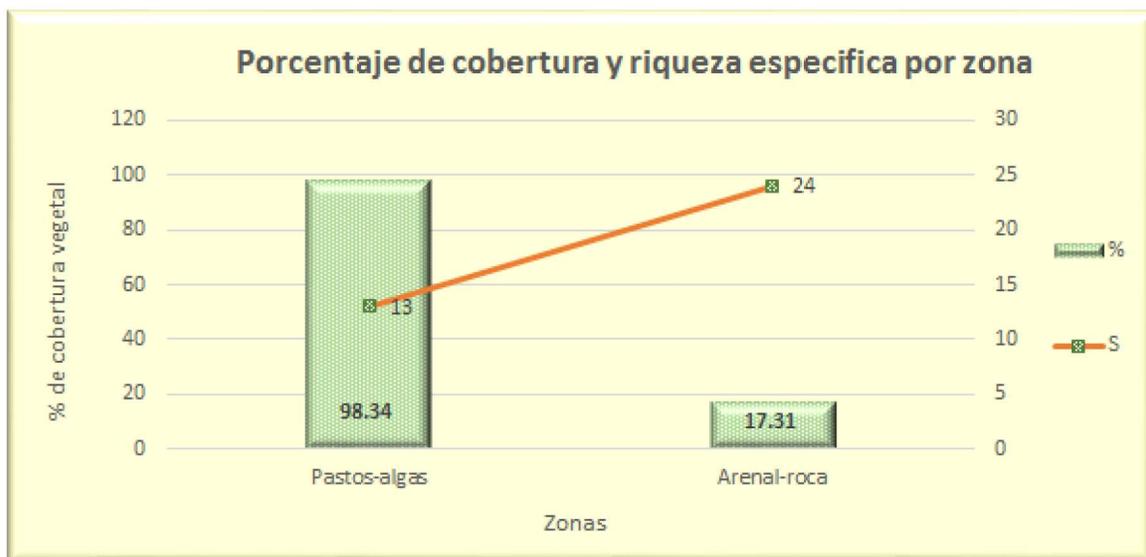


Figura 56. Gráfica de porcentaje de cobertura vegetal y riqueza específica (S) por zonas.

## Índice de valor de importancia (IVI) por zonas

### Arena-roca

En esta primera sección como ya se mencionó se registraron 24 especies de 4 grupos de algas marinas. De estas las algas rojas *Lithophyllum* sp. y *Laurencia obtusa* fueron las de mayor valor de importancia. Debido a que la primera fue la de mayor cobertura relativa y la segunda fue la más frecuente.

Cuadro 11. Índice de valor de importancia (IVI) de vegetación marina para la zona de arena-roca. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

OIR	DIVISIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO	Cor	Fr	IVI
1	Rhodophyta	<i>Lithophyllum</i> sp.	16.90	11.59	28.49
3	Rhodophyta	<i>Laurencia obtusa</i>	12.71	13.04	25.75
2	Rhodophyta	<i>Digenea simplex</i>	13.57	5.80	19.37
5	Rhodophyta	<i>Ceramium</i> sp.	7.51	8.70	16.20
4	Chlorophyta	<i>Rhipocephallus phoenix</i>	12.49	2.90	15.39
6	Chlorophyta	<i>Penicillus capitatus</i>	6.93	5.80	12.73
9	Chlorophyta	<i>Caulerpa sertularoides</i>	3.75	5.80	9.55
7	Chlorophyta	<i>Halimeda incrasata</i>	4.33	4.35	8.68
8	Phaeophyta	<i>Dictyota</i> sp.	4.33	4.35	8.68
13	Rhodophyta	<i>Champia</i> sp.	2.31	5.80	8.11
10	Rhodophyta	<i>Chondria</i> sp.	2.60	4.35	6.95
14	Chlorophyta	<i>Caulerpa cupressoides</i>	1.73	4.35	6.08
17	Rhodophyta	<i>Gelidum</i> sp.	1.01	4.35	5.36
16	Rhodophyta	<i>Wrangelia argus</i>	1.16	2.90	4.05
11	Chlorophyta	<i>Cladophoropsis</i> sp.	2.31	1.45	3.76
12	Cyanophyta	<i>Hydrocoleum</i> sp.	2.31	1.45	3.76
19	Chlorophyta	<i>Penicillus dumetosus</i>	0.58	2.90	3.48
15	Chlorophyta	<i>Udotea spinulosa</i>	1.73	1.45	3.18
18	Chlorophyta	<i>Codium</i> sp.	0.58	1.45	2.03
20	Chlorophyta	<i>Halimeda monile</i>	0.29	1.45	1.74
21	Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	0.29	1.45	1.74
22	Rhodophyta	<i>Jania adhaerens</i>	0.29	1.45	1.74
23	Chlorophyta	<i>Avrainvillea longicaulis</i>	0.14	1.45	1.59
24	Chlorophyta	<i>Valonia</i> sp.	0.14	1.45	1.59
	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>



Figura 57. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de vegetación marina para la zona de arena-roca. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

## Pastos-algas

En lo que a la sección de pastos y algas, los elementos más evidentes fueron los pastos marinos y en particular la especie *Syringodium filiforme* que fue la que tuvo mayor cobertura y frecuencia relativas frente a los otros 12 elementos restantes encontrados.

Cuadro 12. Índice de valor de importancia (IVI) de vegetación marina para la zona de pastos-algas. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

OIR	División	Nombre Científico	Dr	Fr	IVI
1	Magnoliophyta	<i>Syringodium filiforme</i>	66.20	28.99	95.19
2	Magnoliophyta	<i>Thalassia testudinum</i>	26.49	23.19	49.68
3	Rhodophyta	<i>Wrangelia argus</i>	3.56	8.70	12.25
4	Chlorophyta	<i>Rhypocephallus phoenix</i>	0.64	8.70	9.33
5	Chlorophyta	<i>Penicillus dumetosus</i>	0.79	7.25	8.03
6	Chlorophyta	<i>Halimeda incrasata</i>	1.02	5.80	6.81
7	Rhodophyta	<i>Jania adhaerens</i>	0.25	4.35	4.60
8	Chlorophyta	<i>Penicillus capitatus</i>	0.44	2.90	3.34
9	Cyanophyta	<i>Hydrocoleum sp.</i>	0.28	2.90	3.18
10	Chlorophyta	<i>Valonia sp.</i>	0.05	2.90	2.95
11	Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>	0.13	1.45	1.58
12	Phaeophyta	<i>Dictyota sp.</i>	0.10	1.45	1.55
13	Chlorophyta	<i>Halimeda monile</i>	0.05	1.45	1.50
	5	13	100	100	200



Figura 58. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de vegetación marina para la zona de pastos-algas. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

## Diversidad y Equitabilidad

En cuanto al índice de diversidad resulta que es más diversa y tiene una mayor riqueza específica la zona del arenal-roca en comparación con la zona pastos-algas. Igualmente es una zona con mayor Equitabilidad, lo que significa que es una zona con menor dominancia. Es muy probable que esto se deba básicamente a que en la zona del arenal-roca hay una gama mayor de microambientes que permiten el desarrollo de un mayor número de especies.

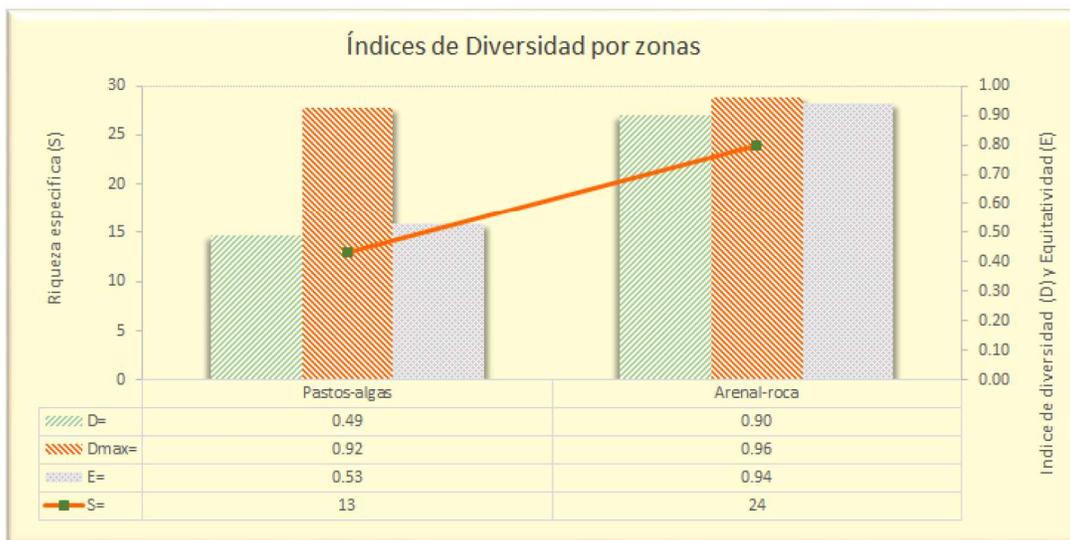


Figura 59. Gráfica del índice de diversidad y riqueza específica por zonas.

## CORALES (HEXACORALES Y OCTOCORALES)

Los corales registrados en el área correspondieron a 7 especies, y de estas solo una es del grupo de los octocorales y las 6 restantes pertenecientes al grupo de los hexacorales, a continuación se presenta el análisis de este grupo de manera conjunta.



*Porites porites*



*Porites astreoides*



*Porites braneri*



*Siderastrea siderea*



*Pseudodiploria strigosa*





*Pseudoplexaura crucis*

Figura 60. Imágenes de las especies de corales registradas en el área de estudio.

### Distribución por zonas y composición específica

Las colonias de corales que se registraron dentro del área de estudio, se encontraron básicamente en la sección arena-roca y tal como se esperaba, debido a su condición bentónica sésil, se encontraron distribuidas básicamente sobre las rocas que se encontraban inmersas en la franja de arena. Así en las siguientes figuras se encuentra la distribución de estas por especie.



Figura 61. Distribución de las colonias coralinas de *Siderastrea siderea* y *Siderastrea sp*.



Figura 62. Distribución de las colonias de *Porites astreoides*, *Porites branneri*, *Porites porites*, *Pseudodiploria strigosa* y el octocoral *Pseudoplexaura crucis*.

Así se registró un total de 7 especies de corales, de los cuales 6 son corales duros (hexacorales) y solo 1 es un coral blando (octocorales), mismo que fue exclusivo de la zona de pastos-algas. De los corales duros solo *P. astreoides* y *Siderastrea siderea* se encuentran en ambos ambientes.

Cuadro 13. Lista de especies de corales presentes en el área de estudio.

Grupo	Nombre Científico	Arena-roca	Pastos-algas
Hexacorales	<i>Porites astreoides</i>	X	X
	<i>Porites branneri</i>	X	
	<i>Porites porites</i>	X	
	<i>Pseudodiploria strigosa</i>	X	
	<i>Siderastrea siderea</i>	X	X
	<i>Siderastrea sp.</i>	X	
	6	6	2
Octocorales	<i>Pseudoplexaura crucis</i>		X
	1	0	1
2	7	6	3

### Cobertura y riqueza específica.

Al analizar el porcentaje de cobertura que representó cada especie, resulta que los corales duros *Siderastrea siderea* y *Siderastrea sp.*, tuvieron la mayor cobertura con 72.82 y 12.50% respectivamente, en comparación con las 5 especies restantes, que apenas representan el 14.68 % juntas.

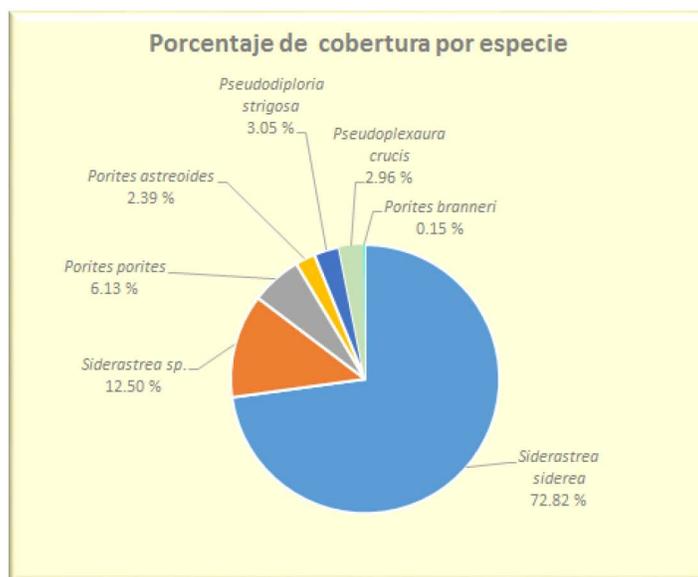


Figura 63. Gráfica del porcentaje de cobertura por especies.

En el análisis comparativo por zonas resulta que en la zona de arena-roca se encuentra una mayor cobertura de corales con el 88.30 % y en la zona de pastos-algas únicamente el 11.70 % de la cobertura total de corales. Como ya se mencionó en la zona de arena-roca se registró el mayor número de especies de coral (S=6).

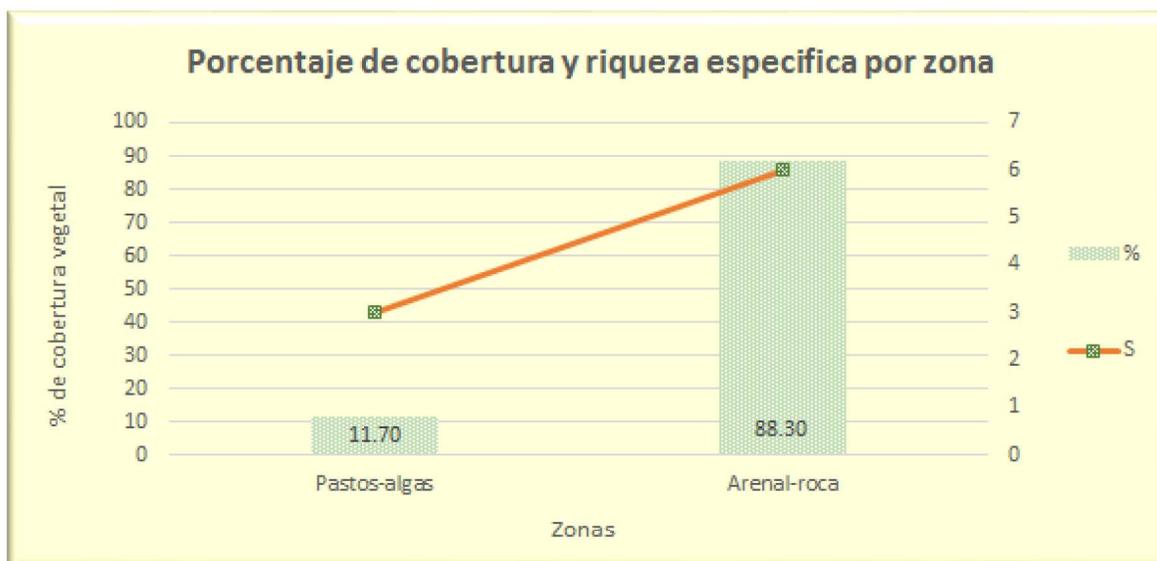


Figura 64. Gráfica de porcentaje de cobertura de corales y riqueza específica (S) por zonas.

## Índice de valor de importancia (IVI) por zonas.

### Arena-roca

En las rocas inmersas en el arenal se registraron 6 especies de corales duros, de estos *Siderastrea siderea* fue la de mayor IVI, ya que presentó mayor densidad, frecuencia y cobertura relativas.

Cuadro 14. Índice de valor de importancia (IVI) de corales para la zona de arena-roca y pastos-algas. Dr- Densidad relativa, Cor- Cobertura relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	Cor	IVI	Da	Da
						Ind/m <sup>2</sup>	Ind/ha
1	<i>Siderastrea siderea</i>	80.36	31.25	66.98	178.59	0.45	0.000045
2	<i>Siderastrea sp.</i>	8.93	18.75	9.97	37.65	0.05	0.000005
3	<i>Porites porites</i>	3.57	18.75	8.79	31.11	0.02	0.000002
4	<i>Porites astreoides</i>	3.57	18.75	3.36	25.68	0.02	0.000002
5	<i>Pseudodiploria strigosa</i>	1.79	6.25	10.40	18.43	0.01	0.000001
6	<i>Porites branneri</i>	1.79	6.25	0.50	8.54	0.01	0.000001
	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>		



Figura 65. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) para corales para la zona de arena-roca. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

### Pastos-algas

En la sección del área de estudio dominada por la presencia de vegetación marina solo se registró la presencia de 3 individuos de coral, pertenecientes a 3 especies. Dos de

estas pertenecen al grupo de los corales duros y solo uno al de los corales blandos. Así el elemento de mayor cobertura fue *Pseudoplexaura crucis*, ya que las otros dos fueron igualmente frecuentes y con la misma densidad.

Cuadro 15. Índice de valor de importancia (IVI) de corales para la zona de pastos-algas. Dr- Densidad relativa, Cor- Cobertura relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	Cor	IVI	Da	
						Ind/m <sup>2</sup>	Ind/ha
1	<i>Pseudoplexaura crucis</i>	33.33	33.33	76.08	142.7	0.01	0.000001
2	<i>Siderastrea siderea</i>	33.33	33.33	11.23	77.9	0.01	0.000001
3	<i>Porites astreoides</i>	33.33	33.33	12.69	79.35	0.01	0.000001
	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>0.03</b>	<b>0.000003</b>

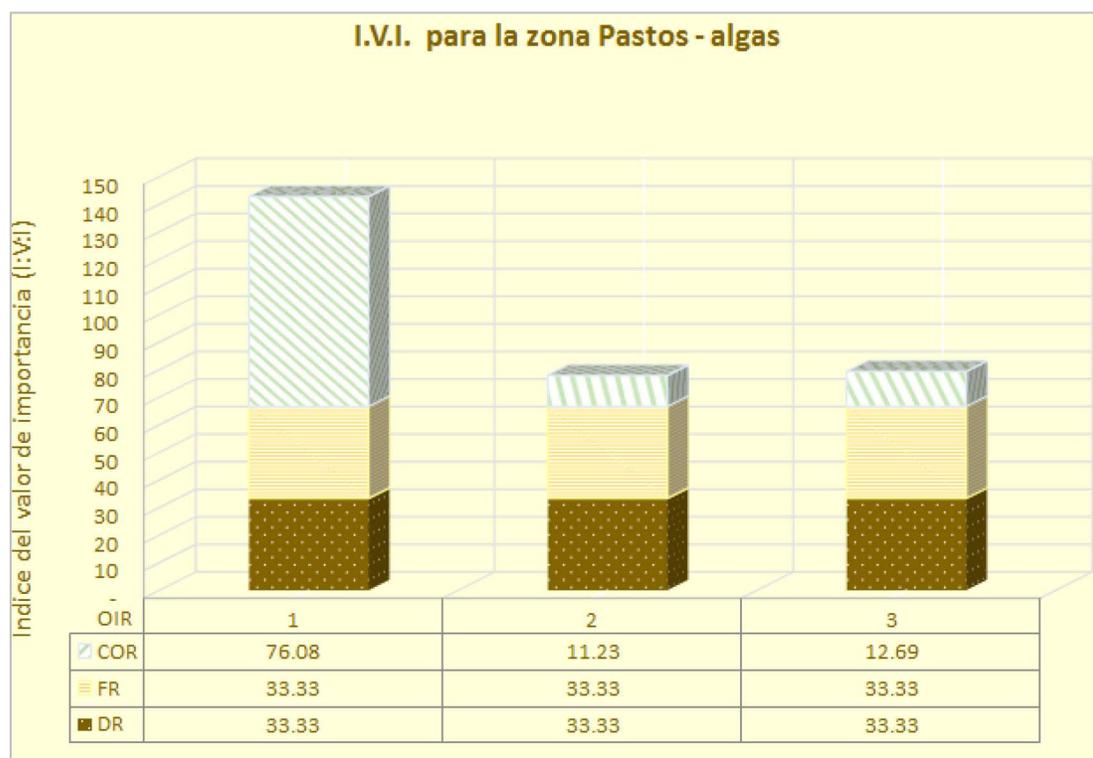


Figura 66. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) para corales para la zona de pastos-algas. Cor- Cobertura relativa y Fr- Frecuencia relativa.

## Diversidad y Equitabilidad

En un contexto comparativo la sección de pastos-algas fue la más diversa, aunque tiene la menor riqueza específica. Así mismo fue la de mayor equitabilidad, lo que implica que tiene el menor grado de dominancia específica, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

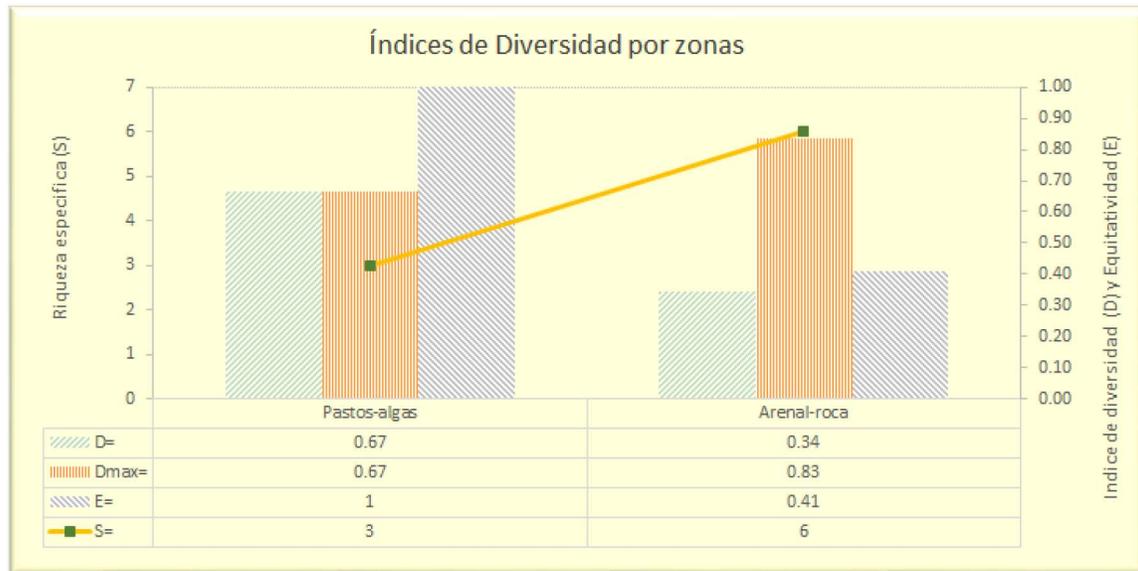


Figura 67. Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por zonas.

## BLANQUEAMIENTO

Tal y como se mencionó, además de los ejemplares que fueron registrados en el muestreo por transectos, se hizo un levantamiento de todas las colonias de corales detectadas mediante un recorrido en la zona de las rocas inmersas en el arenal. Así se registró un total de 157 colonias.

En lo que al estado general de los corales se refiere la única anomalía encontrada fue el blanqueamiento en los corales duros. En el único ejemplar de coral blando no se encontró ninguna enfermedad o anomalía. De las 157 colonias registradas, solo 6 colonias se encontraron con algún grado de blanqueamiento: 3 de *Porites porites*, 1 de *Porites astreoides* y 2 de *Siderastrea siderea*, lo que representa el 3.82% de las colonias con blanqueamiento. A continuación se presentan algunas imágenes de los ejemplares blanqueados.



Figura 68. *Porites porites* con palidez.

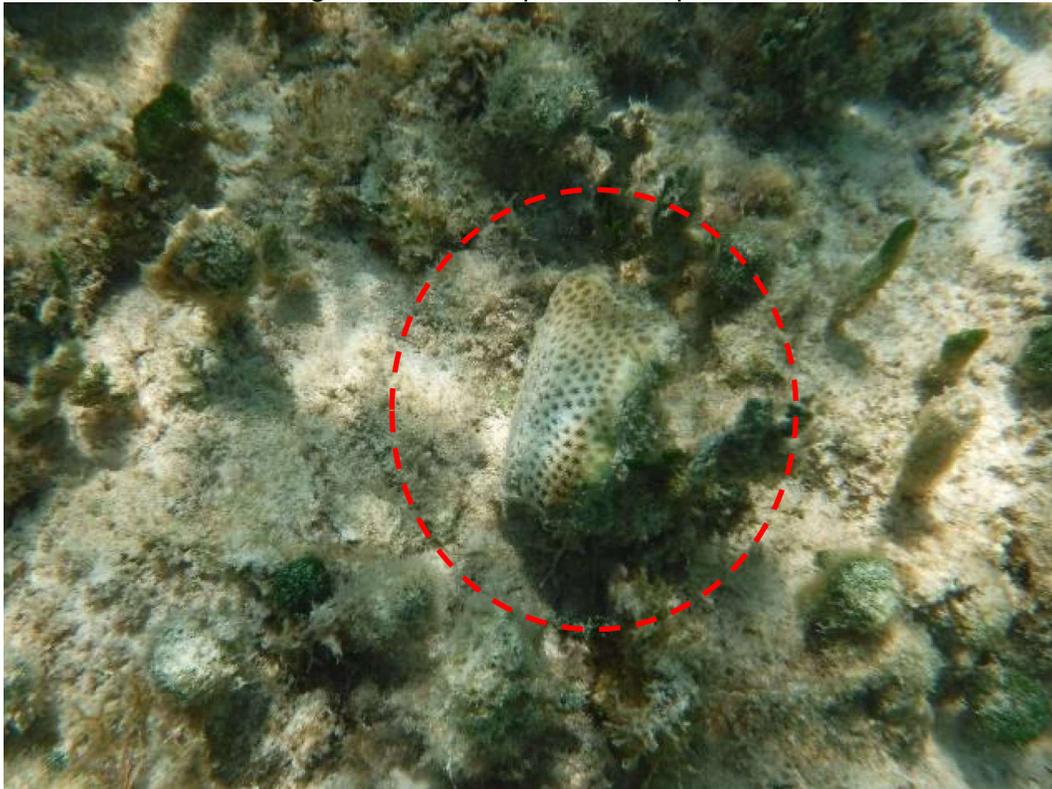


Figura 69. *Siderastrea siderea* con blanqueamiento parcial.



Figura 70. *Porites porites* totalmente blanqueado.



Figura 71. *Porites astreoides* con blanqueamiento en las puntas.



Figura 72. *Porites porites* totalmente blanqueado.

Otra condición que fue de llamar la atención en el sitio, es que la zona donde se registró el mayor número de corales fue la que presenta mayor cantidad de sedimentos suspendidos, debido a que es una zona de rocas inmersas en un arenal conformado por arenas muy finas que fácilmente se resuspenden en la columna de agua, depositándose sobre los corales. Este fenómeno se recrudece al ser una de las playas más visitadas por el turismo local, lo que genera que los fines de semana pueda haber una visibilidad no mayor a 1 metro. De esta forma para poder medir los corales fue necesario generar microcorrientes (mover con la mano el agua) y así eliminar los sedimentos que los corales pueden tener encima.



Figura 73. Remoción de arena sobre un coral para poder medirlo



Figura 74. Imagen de una colonia de *Siderastrea siderea* con los pólipos taponados por la arena.

A pesar de esta condición en general, los corales se encuentran en buen estado de salud, ya que no se encuentran rotos o fracturados.

## PECES

Del muestreo realizado para el grupo de peces se pudo registrar que el sitio alberga una cantidad importante de peces, en estado adulto, juvenil y alevines.



Figura 75. Imágenes que reflejan la presencia de una cantidad importante de peces, siendo que en esta foto se observan varios en estado juvenil.

### **Distribución por zonas, composición y riqueza específica.**

Se registró un total de 19 especies, de las cuales 18 se encontraron en las zona de arena-roca y solo 3 en la zona de pastos-algas.

Cuadro 16. Lista de especies de peces presente en el área de estudio.

Nombre Científico	Arena-roca	Pastos-algas
<i>Abudefduf saxatilis</i>	X	
<i>Acanthurus chirurgus</i>	X	
<i>Chateodon capistratus</i>	X	
<i>Equetus punctatus</i>	X	
<i>Haemulon aurolineatum</i>	X	
<i>Haemulon carbonarium</i>		X
<i>Haemulon flavolineatum</i>	X	X
<i>Haemulon plumieri</i>	X	
<i>Haemulon scirius</i>	X	
<i>Lactophrys quadricornis</i>	X	
<i>Lactophrys trigonus</i>	X	
<i>Lutjanus griseus</i>	X	
<i>Ocyurus chrisurus</i>	X	
<i>Sparisoma viridae</i>	X	
<i>Sphoeroides testudineus</i>	X	
<i>Sphyraena barracuda</i>	X	X
<i>Stegastes planifrons</i>	X	
<i>Trachinotus falcatus</i>	X	
<i>Urolophus jamaicensis</i>	X	
S=19	18	3

## Índice de valor de importancia (IVI) por zonas y estadios

### Arena-roca

La especie de mayor valor de importancia en esta sección del área de estudio fue *Abudefduf saxatilis*, ya que fue la de mayor número de individuos y mayor frecuencia.

Cuadro 17. Índice de valor de importancia (IVI) de peces para la zona de arena-roca. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Especie	Dr	Fr	IVI	Da Ind/m <sup>2</sup>	Da Ind/ha
1	<i>Abudefduf saxatilis</i>	29.6	13.33	42.93	0.37	0.00004
2	<i>Ocyurus chrisurus</i>	14	10.00	24.00	0.175	0.0000175
3	<i>Haemulon aurolineatum</i>	12	6.67	18.67	0.15	0.000015
4	<i>Haemulon scirius</i>	8.8	6.67	15.47	0.11	0.000011
5	<i>Lutjanus griseus</i>	4.8	10.00	14.80	0.06	0.000006
6	<i>Sparisoma viridae</i>	6.8	6.67	13.47	0.085	0.0000085
7	<i>Lactophrys trigonus</i>	8	3.33	11.33	0.1	0.00001
8	<i>Stegastes planifrons</i>	8	3.33	11.33	0.1	0.00001
9	<i>Haemulon plumieri</i>	1.2	6.67	7.87	0.015	0.0000015
10	<i>Sphoeroides testudineus</i>	1.2	6.67	7.87	0.015	0.0000015
11	<i>Acanthurus chirurgus</i>	2	3.33	5.33	0.025	0.0000025
12	<i>Trachinotus falcatus</i>	1.2	3.33	4.53	0.015	0.0000015

13	<i>Chateodon capistratus</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
14	<i>Equetus punctatus</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
15	<i>Haemulon flavolineatum</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
16	<i>Lactophrys quadricornis</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
17	<i>Sphyraena barracuda</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
18	<i>Urolophus jamaicensis</i>	0.4	3.33	3.73	0.005	0.0000005
	S=18	100	100	200		



Figura 76. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de peces para la zona de arena-roca. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

Es importante señalar que la mayoría de los ejemplares registrados se encuentran en estados adultos y muy pocos en estado juvenil. Sin embargo, es necesario aclarar que en la zona de arena-roca se registró una gran cantidad de alevines, los cuales debido a su pequeño tamaño no fue posible determinar la especie a la que corresponden.

Cuadro 18. Porcentaje de estadios por especie para la zona arena-roca.

Nombre Científico	Estadio (%)	
	Adultos	Juveniles
<i>Abudefduf saxatilis</i>	94.59	5.41
<i>Ocyurus chrisurus</i>	100	
<i>Haemulon aurolineatum</i>		100
<i>Haemulon scirius</i>	100	
<i>Lutjanus griseus</i>	100	
<i>Sparisoma viridae</i>	5.88	94.12
<i>Lactophrys trigonus</i>	100	
<i>Stegastes planifrons</i>	100	
<i>Haemulon plumieri</i>	100	

<i>Sphoeroides testudineus</i>	100	
<i>Acanthurus chirurgus</i>	100	
<i>Trachinotus falcatus</i>		100
<i>Chateodon capistratus</i>	100	
<i>Equetus punctatus</i>	100	
<i>Haemulon flavolineatum</i>	100	
<i>Lactophrys quadricornis</i>		100
<i>Sphyraena barracuda</i>	100	
<i>Urolophus jamaicensis</i>		100
S=18	14	6

Se calculó que el 78 % de los ejemplares registrados se encuentran en estado adulto y solo el 22 % se encuentran en algún estadio juvenil. Las especies que fueron observadas únicamente en estado juvenil son *Haemulon aurolineatum*, *Trachinotus falcatus*, *Lactophrys quadricornis* y *Urolophus jamaicensis*. Para *Sparisoma viridae* solo el 94.12 % de los individuos registrados fueron juveniles. Para *Abudefduf saxatilis* se encontró que el 5.41 % fueron ejemplares juveniles.

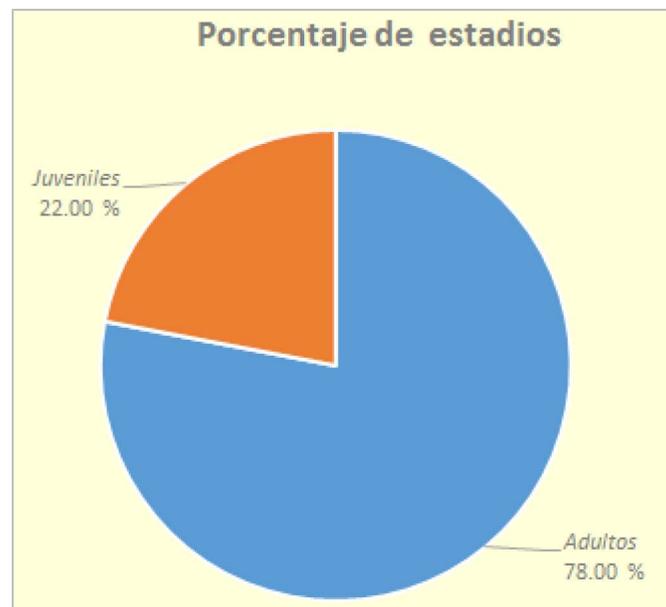


Figura 77. Porcentaje de peces por estadio en la zona de arena-roca.

### Pastos-algas

En esta sección la especie más importante fue solo una de las 3 registradas y es *Haemulon carbonarium*, dado que fue la especie con mayor número de individuos y mayor frecuencia.

Cuadro 19. Índice de valor de importancia (IVI) de peces para la zona de pastos-algas. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	IVI	Da Ind/m <sup>2</sup>	Da Ind/ha
1	<i>Haemulon carbonarium</i>	99.01	66.67	165.681	1.005	0.0001005
2	<i>Sphyaena barracuda</i>	0.49	16.67	17.159	0.005	0.0000005
3	<i>Haemulon flavolineatum</i>	0.49	16.67	17.159	0.005	0.0000005
	S=3	100	100	200		

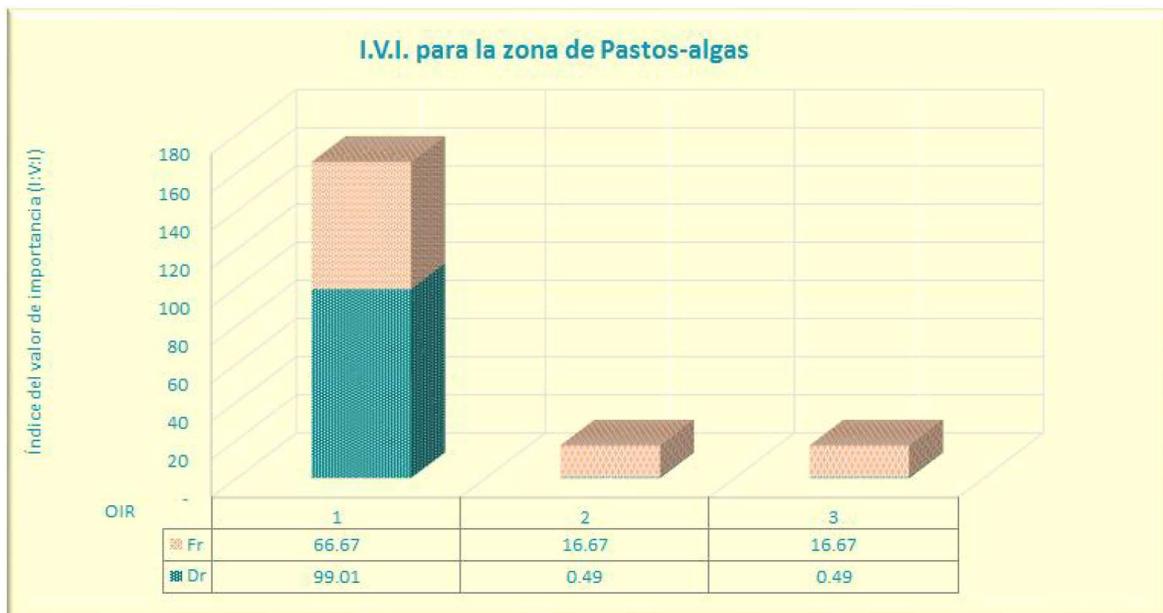


Figura 78. Gráfica del índice de valor de importancia (IVI) de peces para la zona de pastos-algas. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa y Da- Densidad absoluta.

La mayoría de los ejemplares registrados se encuentran en estados juvenil y muy pocos en estado adulto. Así de 203 individuos registrados es esta sección únicamente 1 es adulto de la especie *Sphyaena barracuda* y 202 son juveniles de las otras dos especies (Cuadro 13 y figura 48).

Cuadro 20. Porcentaje de estadios por especie para la zona arena-roca.

Nombre Científico	Estadio (%)	
	Adultos	Juveniles
<i>Haemulon carbonarium</i>		100
<i>Sphyaena barracuda</i>	100	
<i>Haemulon flavolineatum</i>		100
S=3	1	2

En lo que a estadios se refiere es claro que los juveniles fueron más importantes en esta zona, ya que representaron el 99.51 %, y solo el 0.49 % fueron adultos.

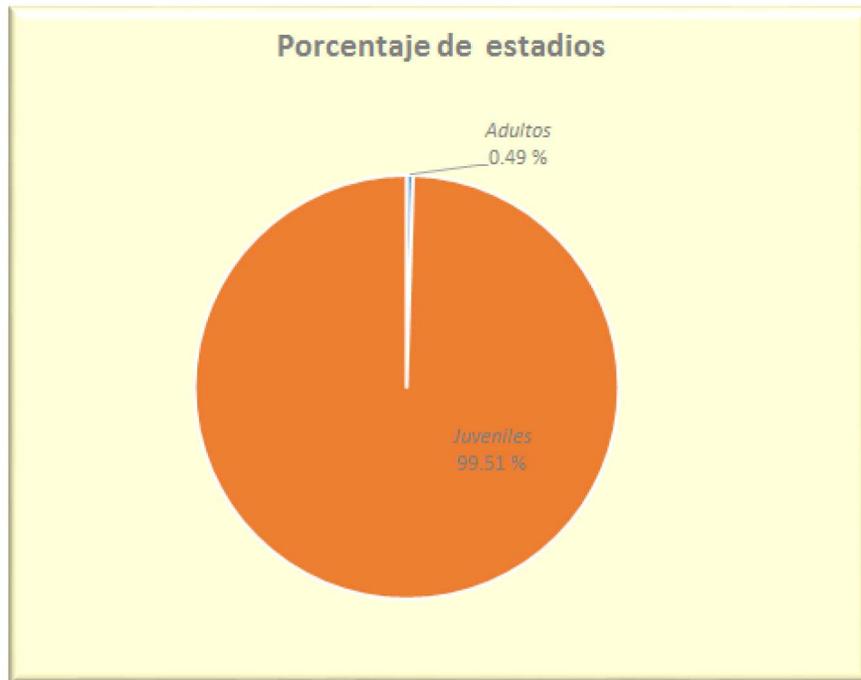


Figura 79. Porcentaje de peces por estadio en la zona de pasto-algas.

### Diversidad y Equitabilidad

Los resultados reflejan de alguna forma las observaciones de campo, donde se pudo observar una mayor diversidad de peces en la zona de arena-roca en comparación con la zona de pastos algas. Así mismo la zona de mayor diversidad fue la de mayor equitabilidad y menor dominancia específica.

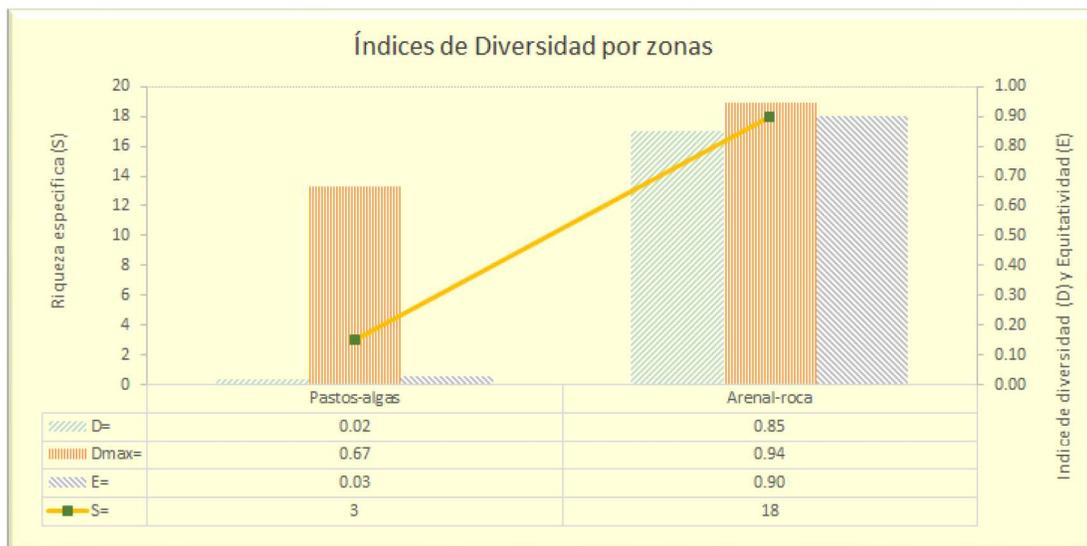


Figura 80. Gráfica del Índice de diversidad y riqueza específica por zonas.

## OTROS GRUPOS

Durante los recorridos realizados, se observaron los siguientes grupos de fauna, los cuales no se contabilizaron en el análisis numérico, ya que estos no fueron registrados dentro de los transectos y cuadrantes muestreados.

Cuadro 21. Lista de fauna marina encontrada en el área de estudio durante el muestreo.

Grupo	Clase	Nombre Científico	Nombre Común
Porífera	Demospongiae	<i>Cliona sp.</i>	Esponja
Cnidarios	Anthozoa	<i>Anthopleura sp.</i>	Anémona
		<i>Condylactis gigantea</i>	Anémona gigante
		<i>Palythoa caribaeorum</i>	Zoantido
	Hidrozoa	<i>Millepora complanata</i>	Coral de fuego
Equinodermos	Echinoidea	<i>Equinometra viridis</i>	Erizo de mar
	Holothuroidea	<i>Isostichopus badionotus</i>	Pepino de mar
	Asteroidea	<i>Oreaster reticulatus</i>	Estrella de mar
Moluscos	Gastropoda	<i>Cassis flammea</i>	Caracol
		<i>Lithopoma tectum</i>	Caracol
	Cephalopoda	<i>Sepioteuthis sepioidea</i>	Sepia
Crustáceo	Malacostraca	<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba

A continuación se presentan algunas imágenes de los organismos representantes de estos grupos:

### Esponjas





Figura 81. Esponja *Cliona* sp.

### Anémonas



Figura 82. Anémona *Condylactis gigantea*



Figura 83. Anémona *Anthopleura* sp.



Figura 84. Zoantido- *Palythoa caribaeorum*



Figura 85. Coral de fuego- *Millepora complanata*.

## Equinodermos

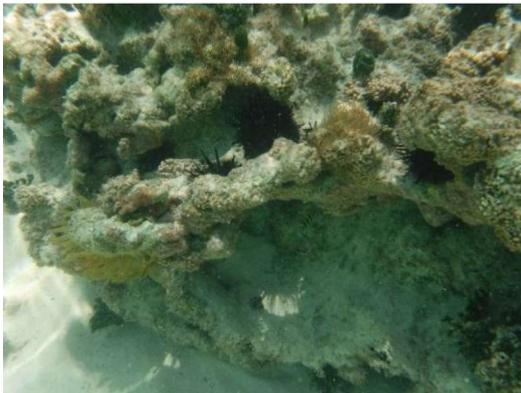


Figura 86. Erizo- *Equinometra viridis*



Figura 87. Pepino de mar- *Isostichopus bandionotus*



Figura 88. Estrella de mar- *Oreaster reticulatus*

## Moluscos



Figura 89. Caracol- *Cassis flammea*



Figura 90. Pequeño caracol- *Lithopoma tectum*



Figura 91. Sepia- *Sepioteuthis sepioidea*

## CRUSTACEOS



Figura 92. Hembra joven de *Callinectes sapidus*.

También se registró una masa que corresponde a una puesta de caracol.



Figura 93. Puesta de caracol.

Adicionalmente es importante resaltar que se detectaron algunos elementos que se consideran desechos tanto orgánicos como inorgánicos y que son ocasionados por las actividades humanas que tiene lugar en el sitio como es el nado y la recreación.



Figura 94. Hueso de Pollo



Figura 95. Cabeza de pescado cocinada

También se encontraron algunos residuos inorgánicos como artículos desechables y envolturas de botanas, mismas que ya han sido cubiertas por algas y otros organismos.



Figura 96. Vaso desechable entre los pastos marinos.

## DISCUSIÓN

A lo largo de la exposición de resultados, quedó claro que en años anteriores al paso del huracán Wilma en Octubre 2005, en el área de estudio se encontraba un muelle rústico fabricado en madera, y el área se ubica muy cercana al acceso de playa pública llamado Playa Langosta, la cual tiene una considerable afluencia de la población y turistas, razón por la cual también se registró la presencia de residuos sólidos en el fondo marino. También es posible que sea la razón por la cual la cobertura vegetal no se extienda hacia la orilla dado el impacto mecánico que tiene la presencia de personas en la zona.

Como parte de la caracterización se realizó en primer lugar la identificación de los tipos de fondos y una selección de los grupos marinos que pudieran ser más relevantes en términos de riqueza y composición específica, de sus índices de valor de importancia y de diversidad. En estos términos a lo largo de los resultados quedó claro que los grupos más representativos del sitio fueron la vegetación (algas y pastos marinos), peces y en menor proporción los corales.

Así la vegetación estuvo conformada por dos grandes grupos que fueron las algas y los pastos marinos. En el grupo de corales se registraron corales duros y blandos, aunque estos últimos muy poco representados. Los peces resultaron ser un grupo muy evidente, principalmente en la zona de arena-roca. Los grupos menos representados, pero no por ello menos importantes, fueron los falsos corales, esponjas, moluscos, equinodermos, crustáceos y anémonas.

La batimetría se encontró muy relacionada con el tipo de fondos observado, así la zona definida como arena-roca se distribuye entre los 0 y 1.50 msnm, y la zona de pastos-algas entre los 1 a 3.5 msnm.

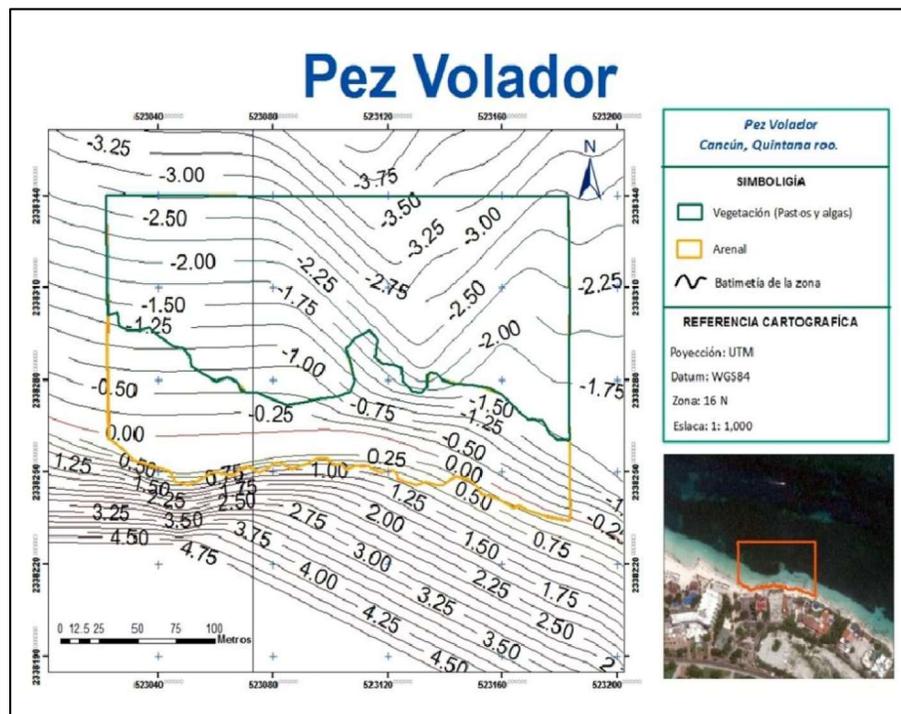


Figura 97. Mapa batimétrico y tipos de fondos.

Es muy probable que la distribución de los tipos de fondos también se encuentre relacionada con las temperaturas que se logran alcanzar en las zonas menos profundas ya que en este sitio son superiores. Así mismo, es probable que otro factor que haya intervenido en la distribución de los tipos de fondos se encuentren relacionados con el paso del huracán Wilma 2005, que a su paso desenterrara y transportara rocas grandes a la orilla las cuales son las que actualmente se encuentran en la zona de arena y más cercana a la costa.

Así la mayor parte de las algas registradas se encuentra creciendo básicamente sobre las rocas o lajas expuestas y la mayoría de estas son calcáreas coralinas (rojas) y rizophyíticas (verdes), que son consideradas como los grupos de algas más importantes, debido a su función como generadoras de arena y cementantes en las zonas rocosas o arrecifales. Así en la zona de arena-roca la especie costrosa coralina *Lithophyllum* sp. fue la de mayor valor de importancia. En la sección cuyo tipo de fondo fue denominado como pastos-algas, el grupo dominante fueron los pastos marinos y en particular la especie *Syringodium*

*filiforme*. Tussenbroek *et al.* (2010) señalan que esta especie puede ser dominante en zonas con altas concentraciones de nutrientes o zonas profundas con menos luz. Generalmente crece en conjunto con *Thalassia testudinum*. Es una especie estrictamente marina y no se encuentra en áreas salobres ni en zonas extremadamente protegidas del oleaje.

En cuanto a los corales, la mayoría de los ejemplares y de especies también fue registrado sobre el tipo de fondos arena-roca (S=6) y solo tres ejemplares sobre la sección pastos-algas (S=3). Esto se debe principalmente a que los corales requieren sustrato duro para fijarse y crecer y encontraron las condiciones de fijación sobre las lajas inmersas en el arenal. Sin embargo, las colonias que se registraron son pequeñas (menores a 20 cm de diámetro) con una cobertura promedio por colonia de apenas 23.61 cm<sup>2</sup>, estas se encuentran aisladas. Así en términos generales la especie más importante en el área de estudio fue *Siderastrea siderea*. Esta especie se sabe que es común y relativamente abundante en casi todos los ambientes arrecifales, la mayoría de las colonias suelen ser menores de 1 m, pero en fondos poco profundos pueden alcanzar hasta 3 m de diámetro, es una especie resistente al estrés hidrometeorológico y al daño mecánico, soporta con éxito la presencia de sedimentos y moderadamente el efecto de algunos contaminantes (ECURED, 2016). Esto en cierta forma explica el hecho de que sea una especie próspera e importante justo en la zona donde más arena suspendida hay en la columna de agua, aumentando la posibilidad de taponeo de los pólipos. La resuspensión de las arenas se debe a la energía del oleaje en primera instancia y al hecho de que se encuentra en una de las playas más visitadas de Cancún.

En cuanto a los corales hay que resaltar que muy pocos ejemplares presentaron blanqueamiento y que esta condición se encontró únicamente en el 3.80 % de las colonias registradas. Las especies con algún grado de blanqueamiento fueron *Porites porites*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*. En el sitio tampoco se registró coral muerto reciente o colonias con cierto porcentaje de cobertura muerta ni ninguna enfermedad. Esto sugiere que el sitio se encuentra en relativo buen estado de conservación.

En lo que a peces se refiere, se pudo observar que la zona de arena-roca tiene la mayor cantidad, en comparación a la zona de pastos-algas. Así de las 19 especies registradas, 18 están en la zona de rocas y solo 3 en la zona de pastos-algas. Así *Abudefduf saxatilis* (sargento) fue la especie dominante y aun cuando numéricamente pareciera que los adultos de la mayoría de las especies fueron los más importantes, esto no necesariamente refleja la realidad registrada en campo, ya que durante el trabajo de campo se registraron numerosos alevines, que por su pequeño tamaño no permitió catalogarlos en ninguna especie ni ser tomados en cuenta. En la zona de pastos la presencia de alevines y de especies de peces en general fue menos evidente, y es una zona donde *Haemulon carbonarium* (ronco) fue numéricamente más importante en relación con las otras dos especies. Esto implica que la zona de arena-roca fue un sitio que alberga numerosos ejemplares en estadios muy tempranos de las especies registradas, muchas de las cuales son especies arrecifales, por lo que en particular las rocas o lajas deberán evitar ser movidas o impactadas en la construcción del muelle.

En particular *Haemulon carbonarium* (ronco) se encuentra en claros arrecifales rocosos o de coral y manglares, a menudo forman escuelas. De hábitos de alimentación nocturna, básicamente de cangrejos, gasterópodos, estrellas de mar y gusanos anélidos, y son de importancia comercial. En cuanto a *Abudefduf saxatilis* (sargento), los juveniles fueron comunes en las piscinas de la marea mientras que los adultos se encuentran en los arrecifes poco profundos. Los adultos con frecuencia forman grandes agregaciones de alimentación de hasta varios cientos de individuos. Sus hábitos alimenticios incluyen algas, pequeños crustáceos y peces, y varias larvas de invertebrados. Los juveniles y prejuveniles pueden tener estaciones de limpieza junto con el doctorfish (*Acanthurus chirurgus*) y la espiga azul (*Acanthurus coeruleus*) y pastar algas. Algunos artículos señalan que se pueden llegar a alimentar de parásitos de tortugas verdes (*Chelonia mydas*) y vómitos de delfín, lo que los coloca en un nivel de importancia ecológica superior como limpiadores. De importancia comercial en algunos sitios <http://www.fishbase.org/summary/1131>, <http://www.fishbase.se/summary/1119>.

Según la CONABIO, la cobertura y densidad coralina puede variar por diversos factores tanto intrínsecos como extrínsecos, que varían de un sitio a otro, lo que implica que la utilización de estos dos importantes parámetros comunitarios no es suficiente para determinar el grado de perturbación en un sitio en particular. Sin embargo, sin importar la abundancia de cada especie, una proporción alta de individuos (colonias, ya que la gran mayoría de los corales hermatípicos son coloniales) que presenten parte de tejido muerto o algún tipo de enfermedad, incluido el fenómeno de blanqueamiento que es una respuesta al estrés ambiental, o una tasa de crecimiento inferior a la esperada, se consideran signos inequívocos de un ambiente perturbado o impactado. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfDM005.pdf>. Sin embargo, es también sabido que el fenómeno de blanqueamiento en los corales es un fenómeno generalizado a nivel mundial, ya que en muchos sitios que fueron señalados como sitios bien conservados, incluso dentro de algunas áreas naturales Protegidas se ha registrado blanqueamiento coralino. Por lo que el blanqueamiento no necesariamente es un elemento que hable del estado de conservación exclusivo de un sitio, además si se compara el porcentaje de colonias blanqueadas con respecto a las que se encontraron sin blanqueamiento es de apenas 3.82%, esto sin considerar que puede ser un proceso reversible.

A este respecto Iglesias-Prieto, 2005 señala que durante los últimos 20 años se ha presentado en todos los mares tropicales del planeta un fenómeno conocido como blanqueamiento de coral. Se caracteriza por una pérdida de coloración de los corales. En condiciones normales, las algas simbiotas tienen densidades que varían entre uno y diez millones de células por centímetro cuadrado de coral. El blanqueamiento se presenta cuando se reduce el número de algas simbiotas, de modo que es posible observar el esqueleto blanco de los corales a través de sus tejidos transparentes. Desde un punto de vista biológico, el blanqueamiento de coral es la ruptura de la relación simbiótica entre los dinoflagelados y sus hospederos. Aunque el blanqueamiento de coral puede ser iniciado cuando los corales son expuestos a condiciones ambientales extremas de temperatura, salinidad y radiación solar, el blanqueamiento presentado a escala global durante los últimos años están relacionados con la presencia de temperaturas superficiales del agua anómalamente altas. Pese a observaciones esporádicas de blanqueamientos de coral

restringidos geográficamente desde la década de los años cincuenta del siglo reciente, a partir de 1982 se ha detectado un incremento en la severidad, frecuencia y alcance geográfico de dichos eventos. Por ejemplo, durante 1998, el año más caliente en el registro climatológico, se reportaron eventos masivos de blanqueamiento de coral en prácticamente todas las zonas coralinas del planeta. Se considera que solamente en ese año se perdió el 16 % de los corales del mundo. También señala que los incrementos de temperatura del agua que se requieren para iniciar un fenómeno de blanqueamiento de coral, son sorprendentemente pequeños. Un incremento de apenas 1.5°C por arriba de la media de verano, a largo plazo, es suficientes para iniciar un proceso de blanqueamiento. Dependiendo de cuanto se eleve la temperatura y del tiempo que ésta permanezca por arriba de lo normal, el blanqueamiento de coral puede ser un fenómeno reversible sin mayores consecuencias para la comunidad coralina, o bien si se prolonga, resultar en una mortalidad masiva con enormes consecuencias ecológicas. <http://www.jornada.unam.mx/2005/01/31/eco-d.html>.

Según la CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfDM005.pdf>.) otros aspectos relevantes, en un ambiente perturbado, es que las algas tienden a desplazar a los corales en su competencia por el recurso sustrato, lo que también significa una disminución en el índice de reclutamiento (densidad de reclutas o individuos juveniles), ya que las larvas coralinas no encuentran un sustrato adecuado para fijarse y prosperar. En el sitio las algas y los corales se encuentran bien definidos y no se encuentran sobrepuestos o con coberturas sobrelapadas. Otro aspecto que debe ser evaluado son las densidades bajas de especies ramoneadoras (que se alimentan de macroalgas), también son indicadoras de un ambiente perturbado, ya que su ausencia favorece el crecimiento algal, y por tanto la exclusión competitiva de las especies coralinas. En el sitio si se encontraron especie ramoneadoras y no hay sobrecreciendo algal.

A pesar de esto aspectos e indicadores biológicos de buen estado de conservación en el sitio, es importante resaltar que probablemente esta condición no se prolongue por mucho tiempo, debido a que es un sitio por demás visitado por el turismo local y extranjero, mismos que no siempre cuentan con la información necesaria para evitar la dispersión de residuos sólidos urbanos, ni el cuidado para evitar pisar las colonias de coral o de re-suspender la arena que finalmente queda depositada encima de los corales. Efecto que de alguna forma ha podido ser el factor para que en el sitio las especies más evidentes sean las que se reconocen como especies muy resistentes a perturbaciones naturales y provocadas.

## CONCLUSIONES

Con base en lo anterior y considerando los aspectos más relevantes como densidad, frecuencia, cobertura, índices de valor de importancia y de diversidad de cada grupo registrado (algas, pasto, corales, peces, etc.) no se encontró ninguna evidencia de que el sitio se encuentre en un estado de conservación bajo, por el contrario se encuentran en él, elementos que podrían ser indicadores de un buen estado de conservación. Cuenta con especies representantes de la mayoría de los grupos más importantes en los arrecifes coralinos y otros ambientes marinos. Así es muy probable que en este momento el sitio

se encuentre en un estado temprano de un proceso de recuperación tras el paso del huracán Wilma en 2005 y las subsecuentes tormentas tropicales que han tenido lugar desde entonces a la fecha.

Es claro que la zona con rocas fue la sección con mayor incidencia de perturbación humana que se pudo registrar, porque es donde los bañistas se paran y patean todos los fines de semana y durante la temporada alta de visitantes. Irónicamente es también la zona donde se desarrolla uno de los grupos más frágiles y sensibles a la perturbación humana como son los corales y anémonas, y alberga a numerosos ejemplares juveniles de peces, por lo que parece ser la zona cuya condición de fragilidad sea considerada de forma particular, en relación al resto de estas durante la construcción del muelle.

## **5 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS.**

La región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo, está conformada por la zona costera del Municipio de Benito Juárez (Cancún y Puerto Morelos); la zona costera del Municipio de Solidaridad así como la Isla de Cozumel e Isla Mujeres, cuya contribución conjunta a la generación de divisas, recursos fiscales, empleo y desarrollo regional por turismo es de suma importancia para la economía de México.

La información que se presenta en este apartado, se realizó tomando de referencia los resultados del censo de población y vivienda 2010 y el Censo Económico 2014, elaborados por el INEGI para el municipio de Benito Juárez.

Las características socioeconómicas que se detallan a continuación están en función del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, debido a que el proyecto Muelle VP8 se encuentra dentro de este municipio.

### **5.1 ANTECEDENTES.**

El 8 octubre de 1974 se expidió el decreto que convertía al Territorio Federal de Quintana Roo, en Estado Libre y Soberano de Quintana Roo con siete municipios: Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas y Othón Pompeyo Blanco.

El 31 de octubre de 1973 se expidió el decreto de la conformación del Municipio de Benito Juárez con cabecera en la ciudad de Cancún limita al norte con el municipio de Isla Mujeres, al oeste con el de Lázaro Cárdenas y al sur con el de Solidaridad tiene una extensión territorial de 1,664 km<sup>2</sup> que representan el 3.27 % del total del territorio de Quintana Roo.

De acuerdo con el censo de población y vivienda, el Municipio de Benito Juárez pasó de 419,815 habitantes en el año 2000 a 661, 176 en el 2010 ocupando el primer lugar en la tasa de crecimiento promedio anual (4.49).

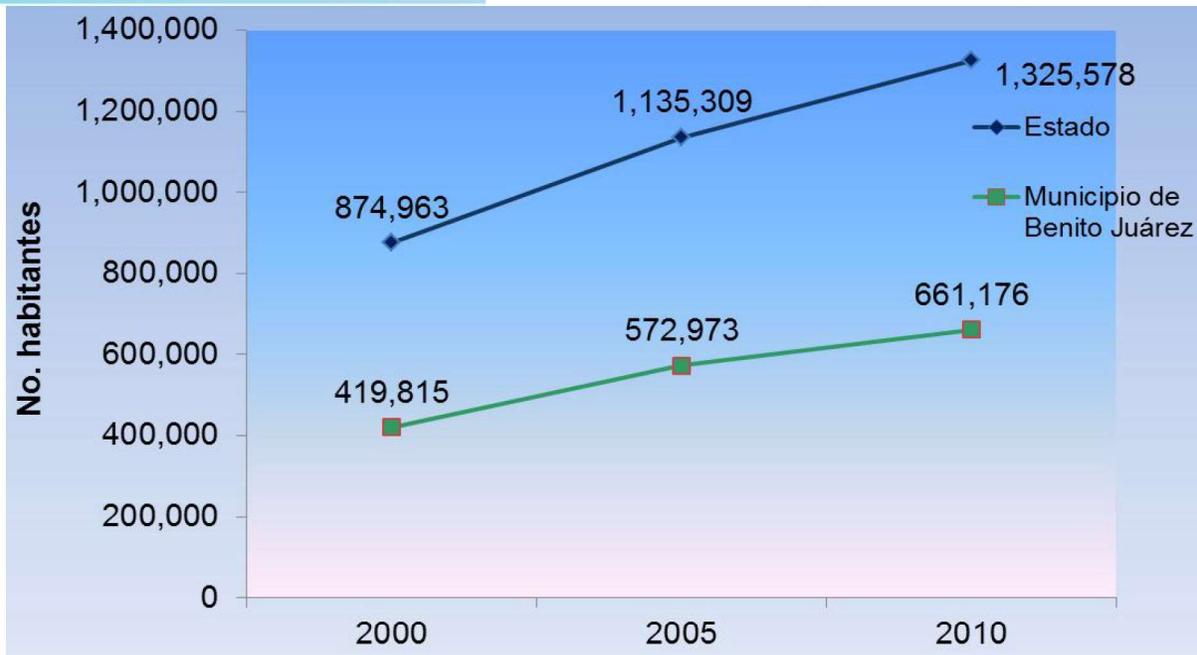
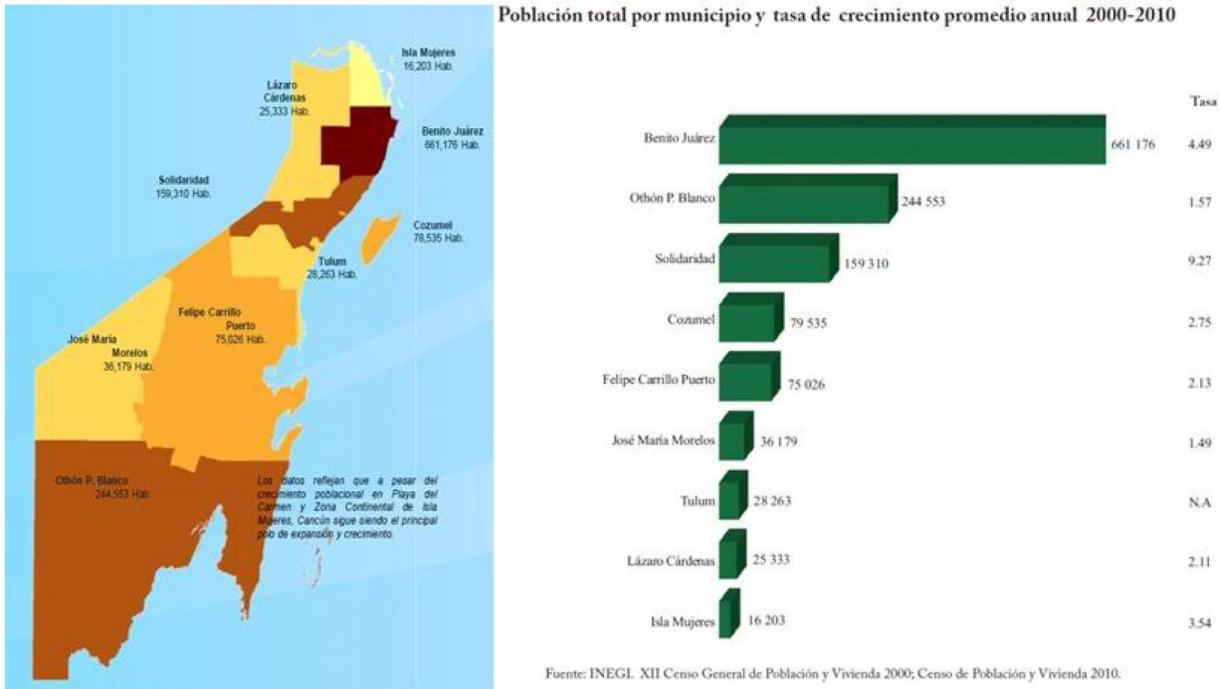


Figura 98. Estadísticas del censo INEGI (2010) para el estado de Quintana Roo y Municipio de Benito Juárez.

## 5.2 DEMOGRAFÍA.

El Censo de Población y Vivienda 2010 registró al 12 de junio de ese año, que en Quintana Roo residían un total de 1,325,578 personas de los cuales 673,220 hombres y 652,358 mujeres. Los municipios con mayor monto de población son Benito Juárez, Othón P. Blanco y Solidaridad, juntos concentran 1,065,039 personas, es decir, 80.3% de residentes del total estatal. No obstante, los últimos resultados del INEGI en el 2015,

Quintana Roo reflejo un incremento de 175,984 habitante, es decir, que para el año 2015, la población de Quintana Roo era de 1,501,562.

Cuadro 22. Censo de Población y Vivienda 2010.

Municipio	Total de habitantes	%
Benito Juárez	661,176	49.88
Othón P. Blanco	244,553	18.45
Solidaridad	159,310	12.02
Cozumel	79,535	6.00
Felipe Carrillo Puerto	75,026	5.66
José María Morelos	36,179	2.73
Tulum	28,263	2.13
Lázaro Cárdenas	25,333	1.91
Isla Mujeres	16,203	1.22

El Municipio de Benito Juárez tiene una población de 661,176 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de ese total, 334,945 son hombres y 326,231 son mujeres, por lo que el índice de población masculina es del 50.5%, la tasa de crecimiento anual de la población es de 5.6%, el segundo más elevado de Quintana Roo, únicamente superado por el del municipio de Solidaridad; el 26.3% de la población es menor de 15 años, mientras que el 55.9% se encuentra en el rango entre 64 y 15 años de edad, la población es eminentemente urbana, pues el 96.4% de ella vive en localidades que superan los 2,500 habitantes, finalmente, el 11.9% de la población de 5 años y más es hablante de una lengua indígena.

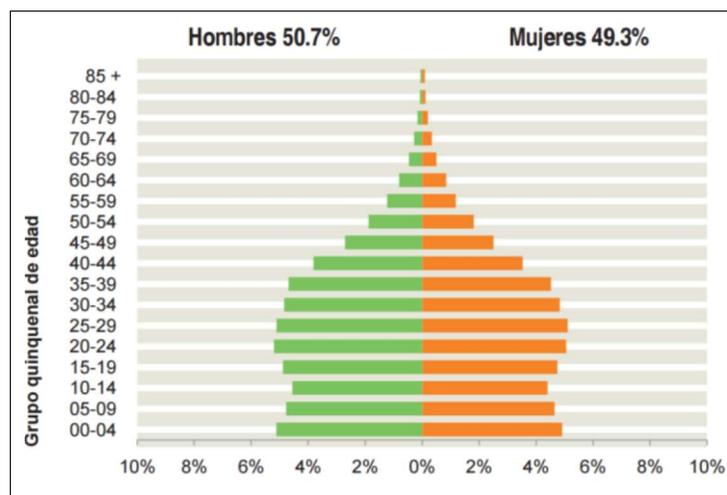


Figura 99. Distribución de la población de sexo por edad para el municipio de Benito Juárez.

### 5.2.1 Migración.

En el XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, el estado de Quintana Roo, -que es catalogado como de fuerte atracción de población-, registró una ganancia neta de 8.0 % de saldo neto migratorio (la diferencia de inmigrantes y migrantes interestatales), el segundo porcentaje más alto en todo el país. Del total de residentes del

estado el 54% nacieron en otra entidad o país (promedio estatal), y de esta media Benito Juárez tiene un porcentaje de migración mucho menor siendo 52.57%.

### 5.2.2 Población Económicamente Activa (PEA.)

El mayor porcentaje de la población del estado de Quintana Roo es económicamente activa (61.34%), y de este el mayor porcentaje se encuentra ocupada.

De la población ocupada, el 77% trabaja en el sector terciario, es decir, en el turismo, el comercio y en la prestación de diversos servicios; el 14.5 % en el sector secundario, que comprende la industria extractiva y de la electricidad, la manufacturera y de la construcción; y sólo el 6.8% trabaja en el sector primario, en actividades como la agricultura, ganadería, apicultura y pesca.

En cuanto al salario mínimo vigente general en la zona “B”, en la cual se ubica el Municipio de Benito Juárez, este es de \$ 63.77 pesos diarios, de acuerdo con la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, vigentes a partir del primero de enero de 2014.

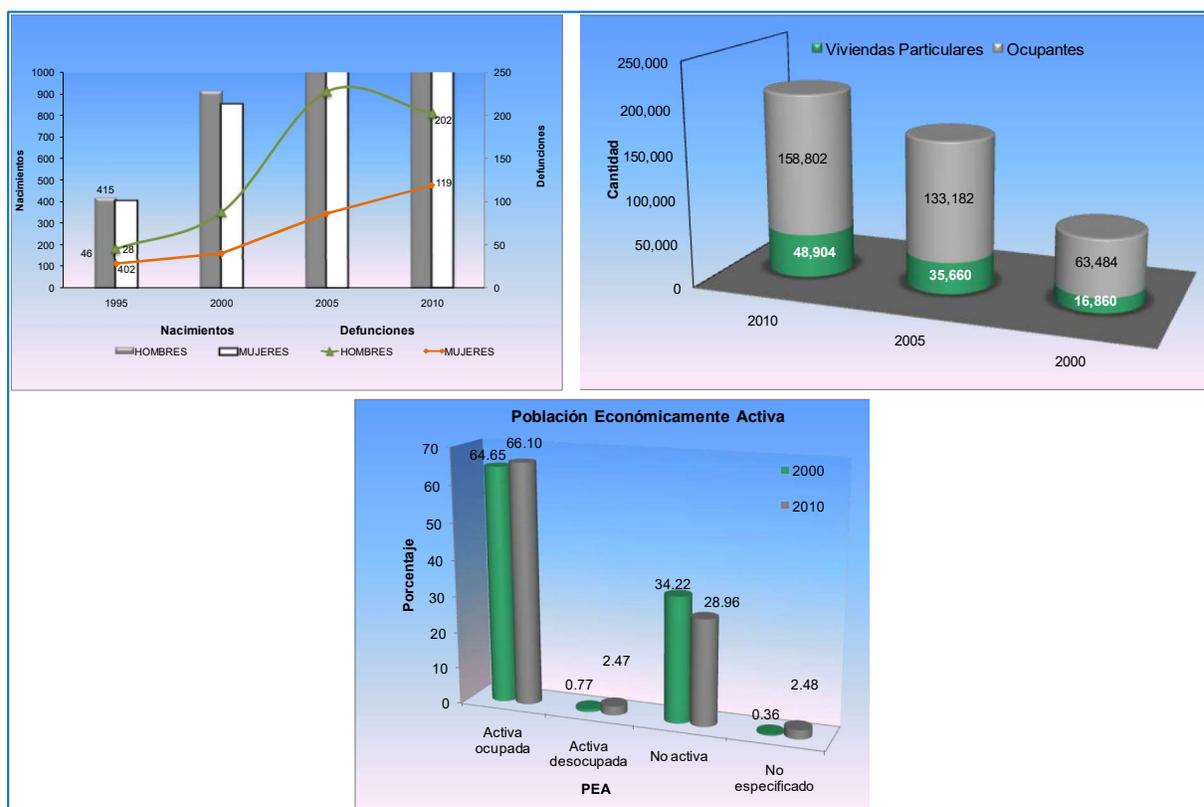


Figura 100. Estadísticas del censo INEGI (2010) para el estado de Quintana Roo y Municipio de Benito Juárez.

### 5.2.3 Vivienda.

En Quintana Roo la más alta tasa de crecimiento de viviendas particulares se observa en el Municipio de Benito Juárez que concentra poco más de la mitad de viviendas (50.7%) de la entidad; lo anterior debido en gran medida al desarrollo turístico que impulsa un

acelerado incremento poblacional y con ingresos requeridos para adquirir vivienda. No obstante en el municipio de Solidaridad existe un total de 69,301 viviendas colectivas y particulares, de los cuales 48,922 están ocupadas (70.59 %). Existe un total de 68,471 viviendas particulares de las cuales 48,092 (70.24 %) se encuentran ocupadas, 14,209 (20.75 %) se encuentran desocupadas y 6,170 (9.01 %) son de uso temporal (Figura 4.211).

Las viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje son del orden de 45,227 (66.05 %), mientras que las viviendas particulares habitadas sin ningún bien (radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular, ni internet) es de 844 (1.23 %).

Vivienda	Año		Tasa de crecimiento	Porcentaje
	2005	2010	2005-2010	
Estado Quintana Roo	249,375	363,066	7.80	100%
Benito Juárez	123,687	184,247	8.30	50.7%*
Cancún	117,815	179,360	8.77	97.3% **
Puerto Morelos	1,100	2,636	19.10	1.4%**
Leona Vicario	1,180	1,555	5.67	0.8%**
Resto del Municipio	3,592	696	-27.98	0.4%**

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 y Censo de Población y vivienda 2005.

#### 5.2.4 Salud y Seguridad Social.

El 64.4% de la población del Municipio de Benito Juárez es derechohabiente de un servicio de salud. En estas instituciones se beneficiaron a un total de 42,5874 personas. Los servicios de salud se concentran en la zona centro de Cancún con 36 unidades destinadas a brindar estos servicios (25 unidades de la Secretaría de Salud del estado, 10 del IMSS y 1 del ISSSTE). Con una total carencia en las zonas de asentamiento irregulares.

#### 5.2.5 Aspectos urbanos.

La tendencia de crecimiento de la zona urbana de Cancún es de tipo radial sea en áreas que cuentan con instrumentos de planeación o de ocupación irregular. La tendencia de expansión urbana es horizontal.

#### Suministro de agua

Las aguas subterráneas son las proveedoras más importantes de agua en Quintana Roo, aprovechadas básicamente por pozos y en números reducidos por aprovechamiento de manantiales.

En el citado “Los Retos del Agua en Quintana Roo” elaborado por el Gobierno del Estado señala que en la entidad existe una disponibilidad de agua de 2,959 m<sup>3</sup>/hab/año. De este volumen, la población utiliza el 13% del agua, por lo que se cuenta con suficiente líquido por lo menos para los próximos 20 años.

El abasto del agua para el centro de población de Cancún proviene de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Cancún-Mérida, la Av. José López Portillo, el Blvd. Luis Donald Colosio y el Blvd. Kukulcán, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad. El sistema para abastecer agua potable consta de 31 tanques de agua, 3 tanques hiperbólicos y dos plantas centrales que se ubican en el aeropuerto y otra en la zona centro. El servicio de agua es por tandeos y sólo en 23 supermanzanas se realiza las 24 horas.

El municipio de Benito Juárez cuenta con 132 pozos o fuentes de abastecimiento de agua, misma que entregan un volumen promedio de poco más 154 mil m<sup>3</sup> de agua. De este volumen poco más de 62% está destinado al sector turístico, mientras que el 24% se destina al sector doméstico y 11% al sector industrial.

De acuerdo con el INEGI (2010) en Cancún existen 18,454 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y se ubican principalmente en las zonas norte, sur y poniente de la ciudad, y que coinciden con asentamientos irregulares.

### Red de Drenaje Pluvial

El centro de población de Benito Juárez no cuenta con un sistema planificado de drenaje pluvial y una parte importante del desalojo se realiza a partir de 3,500 pozos de absorción, los cuales han sido perforados principalmente para evitar los encharcamientos en las vialidades sin embargo no funcionan de manera correcta debido a falta de mantenimiento o por azolves por acumulación de residuos sólidos.

### Energía eléctrica

La energía eléctrica en Quintana Roo se encuentra a cargo por la CFE, la cual genera, trasmite, distribuye y comercializa este servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadores; de las cuales dos se localizan en Benito Juárez en la ciudad de Cancún y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw. El suministro eléctrico hacia la ciudad de Cancún, se realiza a través de una red de alta tensión que llega desde la carretera Federal 180 la cual se bifurca a la altura de poblado de Leona Vicario para entrar en la Ruta de los Cenotes hasta llegar a Puerto Morelos. Existen también varias redes de distribución secundaria que corren paralelas a la carretera libre a Mérida y que entran por diversos caminos rurales para alimentar bombas eléctricas de la zona de extracción de agua dentro del municipio.

### Movilidad urbana

Las vías de comunicación de Benito Juárez están ampliamente distribuidas a lo largo y ancho de la superficie municipal. Actualmente existen vías de comunicación primaria, secundarias y terciarias. Las vías primarias son: la carretera federal 180 (Mérida-Puerto Juárez) cuya importancia radica en ser la principal vía carretera que conecta al municipio con la capital del Estado de Yucatán, otras vías es la carretera federal 307 (Reforma Agraria-Puerto Juárez), misma que conecta a Cancún con Chetumal, pasando por Puerto Morelos y la desviación hacia la llamada Ruta de los Cenotes. También existen carreteras

Estatales que conectan la localidad de Leona Vicario y Puerto Morelos, pasando por Central Vallarta, y que es la zona donde está proyectado el desarrollo de la actividad inmobiliaria y turística alternativa a corto plazo, para el municipio.

La mayoría de las vialidades de la ciudad de Cancún se han desarrollado atendiendo la vertiginosa expansión de la ciudad y aprovechando en gran medida los derechos de vía de las líneas de energía eléctrica de alta tensión para el establecimiento de las avenidas principales, sin que se haya planeado su crecimiento ordenado. Es por esto que la ciudad carece de una correcta conectividad entre calles primarias, un transporte deficiente y nodos vehiculares en cruces de avenidas principales.

Cancún cuenta con más de 10 millones de metros cuadrados de vialidades que se encuentran en diferentes estados de deterioro, a pesar de constar con un constante mantenimiento de bacheos y pavimentación, el servicio es insuficiente para mantenerlas en buen estado.

Las carreteras que alimentan el tránsito vehicular del centro de población de Cancún son: la Carretera México 180 de cobro y la libre que van en dirección a la ciudad de Mérida; y la carretera que conecta al aeropuerto y entronca con la México 307 que va en dirección a Playa del Carmen.

## **5.2.6 Equipamiento.**

### **5.2.6.1 Manejo de Residuos Sólidos.**

Con la finalidad de mejorar la atención del servicio de acopio, recolección, transporte, transferencia, almacenaje, aprovechamiento, reciclaje, transformación, procesamiento y confinamiento de residuos sólidos urbanos de la población de Benito Juárez, se tomó la decisión de fortalecer el Organismo Público Descentralizado Denominado Solución Integral de Residuos Sólidos Urbanos Cancún (SIRESOL, Cancún por sus siglas) para desligar el servicio de recolección, traslado, valorización y disposición final de los residuos urbanos de la Secretaría de Obras Públicas y Servicio. Este Organismo, tiene por objetivo mejorar el servicio que prestaba a través de la Dirección de Servicios Públicos, para dar una mejor calidad de vida a los habitantes del Municipio de Benito Juárez y su creación fue concretada en la décima sesión extraordinaria realizada el 20 de octubre del 2001 del Cabildo del H. Ayuntamiento de Benito Juárez<sup>12</sup>

Los residuos sólidos en la zona norte de Quintana Roo se han convertido en un elemento de riesgo al ambiente y a la salud humana, debido a un inadecuado manejo en la planeación y en su operación, vinculado a la falta de recursos y obsolescencia de los procesos y procedimientos.

Para la disposición final de los residuos sólidos en el centro de población e Isla Mujeres, se tiene un relleno sanitario localizado a 3.5 km de Rancho Viejo al norte de la ciudad. Este recibe alrededor del 85% de los residuos del municipio.

---

12 <http://cancun.gob.mx/gobierno-municipal/files/2014/10/MO-SIRESOL-2014p.pdf>.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Benito Juárez es de 1.60 kg/hab/día y la generación total es de 750 Ton/día específicamente para Cancún. Los RSU en la mayoría de los municipios del Estado de Quintana Roo son de origen habitacional, residuos generados por el turismo y comercios; siendo las casas habitación, el comercio y el turismo de los mayores generadores de residuos (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013). La recolección de residuos se realiza diariamente en la zona turística, industrial, centro, comercial y residencial, mientras en las zonas rurales se realiza dos veces por semana (Colegio de Biólogos de Quintana Roo, A.C., 2006).

### **5.2.6.2 Manejo de Residuos Líquidos.**

El sistema de red sanitaria en el centro de población se conforma por 11 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) casi todas en la zona centro y norte del área de estudio con un total de 8 unidades, de las cuales 6 fueron construidas en los años de 1993 a 2003. La zona hotelera cuenta con diversas unidades para completar este sistema. Esta cantidad de plantas cuenta con el 50% de la Región Caribe Norte, lo que representa el 73% del volumen de tratamiento de la región.

En la zona hotelera se tienen 10 zonas de cárcamos y estaciones de bombeo, para dirigir la materia hacia las plantas de tratamiento mencionadas. El resto del centro de población cuenta con 52 unidades. Los pozos de visita de colector se localizan en el área centro con un total de 24 unidades.

Existen zonas de la parte norte, sur y poniente que no disponen de este servicio y se conectan a fosas sépticas realizan su disposición al aire libre, principalmente en las zonas de asentamientos irregulares y Alfredo V. Bonfil.

## **5.3 ATRACTIVOS CULTURALES Y TURÍSTICOS.**

El Estado de Quintana Roo, en específico la zona norte del estado cuenta con una variedad de atractivos turísticos, sientos Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Cozumel, Isla Mujeres, los sitios más importantes en cuanto a destino turístico no solo del Estado sino del País. Por otra parte, estos destinos ofrecen una amplia gama de infraestructura de servicios, plazas y centros comerciales, observatorio, cines, restaurantes y centros de entretenimiento, servicios públicos y legales, actividades culturales, servicios de transporte, agencias de viaje, arrendadoras, aeropuerto internacional, infraestructura hotelera de primer nivel, sol y playa, zonas arqueológicas, museos, teatros, historia y cultura, artesanías, comercios, diversidad en gastronomía regional e internacional de primer nivel.

El estado de Quintana Roo para el año 2011 registra 908 establecimientos hoteleros y 83,326 cuartos, de los cuales 181 hoteles (148 en Cancún y 33 en Puerto Morelos) con 33,543 cuartos (28,417 en Cancún y 5,072 en Puerto Morelos) se localizan en el Municipio de Benito Juárez; además de que en este Municipio se cuenta con la mayor concentración de servicios turísticos complementarios con 473 centros de alimentos y bebidas, 24 discotecas, 119 agencias de viajes, 98 arrendadoras y 11 marinas turísticas.

### 5.3.1 Aspectos educativos.

De acuerdo con los datos del XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, en el municipio de Benito Juárez solo el 11% de la población mayor de 5 años habla una lengua indígena. La lengua predominante es la maya, aunque también se habla el Tzotzil. Se cuenta con 7 bibliotecas en el municipio, 5 de ellas en Cancún. Se cuenta con un Museo Arqueológico de Cancún y un museo local.

El 93.6% de la población del municipio de Benito Juárez entre 15 y 24 años asiste a la escuela, mientras que para el Municipio de Solidaridad es de 96.8%. Benito Juárez tiene un porcentaje de analfabetas bajo con un 4.8%, pero por el tamaño de su población supera en número de personas de 15 años y más a todos los municipios con un total de 11 mil 500 analfabetas, siendo en su mayoría migrantes, por lo que el número de analfabetas presenta un incremento constante al tener Cancún una población flotante. A pesar del número o de instalaciones existentes, su continuo crecimiento poblacional genera insuficiencia de capacidad de atención en ciertos grupos de edad.



Figura 101. Distribución del egreso de los alumnos en cada nivel de escolaridad en el Municipio de Benito Juárez de acuerdo al censo 2010.

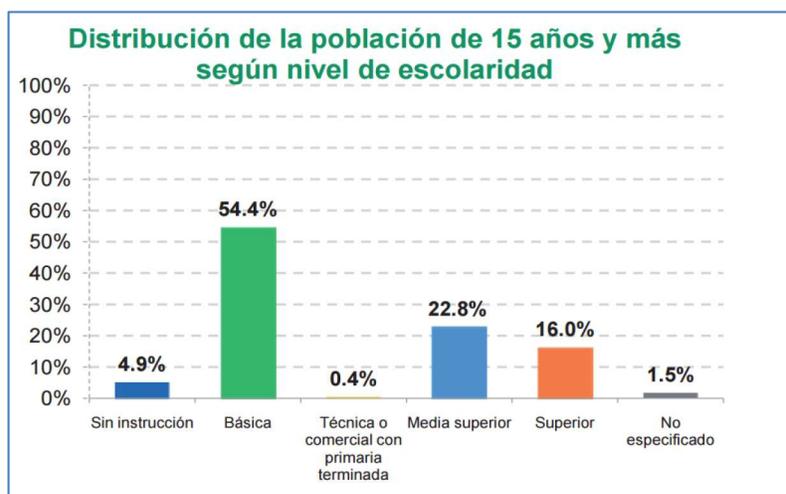


Figura 102. Distribución de la población según niveles de escolaridad en el municipio de Benito Juárez.

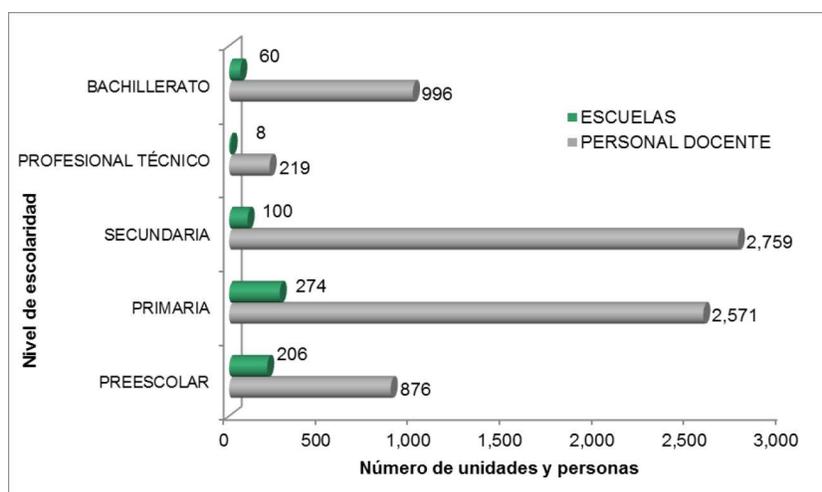


Figura 103. Distribución de la cantidad de escuelas por nivel educativo y la cantidad de docentes reportados por nivel en el municipio Benito Juárez. Fuente: INEGI (2010).

### 5.3.2 Actividades productivas.

En general las actividades productivas o económicas de la región Norte del Estado de Quintana Roo, se basan en los recursos ambientales, su transformación en bienes y servicios con valor de mercado interno, y el aprovechamiento de sus beneficios, traspasando los costos a la sociedad. De esta manera, tanto los recursos y servicios prestados por el medio ambiente, como los insumos intermedios, el capital, la energía, el trabajo humano, se transforman en bienes por una parte y por la otra en perjuicios trasladados a la sociedad vía medio ambiente. Las estadísticas sobre los recursos naturales y servicios ambientales que son transformados por actividades humanas en bienes y satisfactores para la sociedad, pueden ser indicadores útiles de advertencia del cambio ambiental y pueden dar una idea de cómo intervenir a través de la gestión ambiental para un manejo sustentable de los mismos.

Cuadro 23. Actividades económicas del Estado de Quintana Roo.

Actividades	Número de empleados
<b>Actividades Primarias</b>	
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1,877
<b>Actividades Secundarias</b>	
Minería	905
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	3,625
Construcción	18,357
Industrias manufactureras	7,551
<b>Actividades Terciarias</b>	
Comercio	38,615
Transportes, correos y almacenamiento	16,883
Información en medios masivos	3,189

Servicios financieros y de seguros	5,318
Serv. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	27,995
Servicios profesionales, científicos y técnicos	3,194
Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	13,141
Servicios educativos	7,034
Servicios de salud y de asistencia social	4,388
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	3,465
Hoteles y restaurantes	46,901
Otros servicios excepto actividades del gobierno	14,438
Actividades del gobierno	8,794

Datos del INEGI de 2010 señalan que la población económicamente activa en el Estado de Quintana Roo es de 65.9%, mientras que para el municipio de Benito Juárez es del 61.8%, el porcentaje de personas no económicamente activa es de 36.4% y en condición de actividad no especificada representa el 1.8% del total de la población. En el municipio de Benito Juárez se encuentra el mayor número de empresas del Estado, seguida del Municipio de Solidaridad. De manera que una gran parte de estos establecimientos son micro o pequeños y orientados a la transformación de alimentos. En el rubro industrial se registran 470 micro y pequeñas industrias que se dedican básicamente al ramo alimenticio y la manufactura. Las actividades del sector primario como la agricultura y la ganadería no resultan tan significativas como el comercio.

La actividad económica básica del Municipio de Benito Juárez se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios sino del Estado, ya que durante el 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 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.

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.

Para las localidades de Cancún y Playa del Carmen, el transporte es la actividad que mayor aporte realiza a la participación de las actividades turísticas con el 26%, seguido de los servicios inmobiliarios y de alquiler con 19%. Los otros componentes son el alojamiento, artesanías y bienes, restaurantes, bares y centros nocturnos, comercio, la inversión turística, las segundas viviendas, las actividades del gobierno y los otros

servicios, servicios médicos, agencias de viaje y tour operadores; y los tiempos compartido.

Puerto Morelos cuenta con instalaciones de primera con tráfico nacional e internacional, la actividad económica principalmente está enfocada a los servicios. En pequeña escala en su zona rural Central Vallarta se practica el ecoturismo en terrenos ejidales.

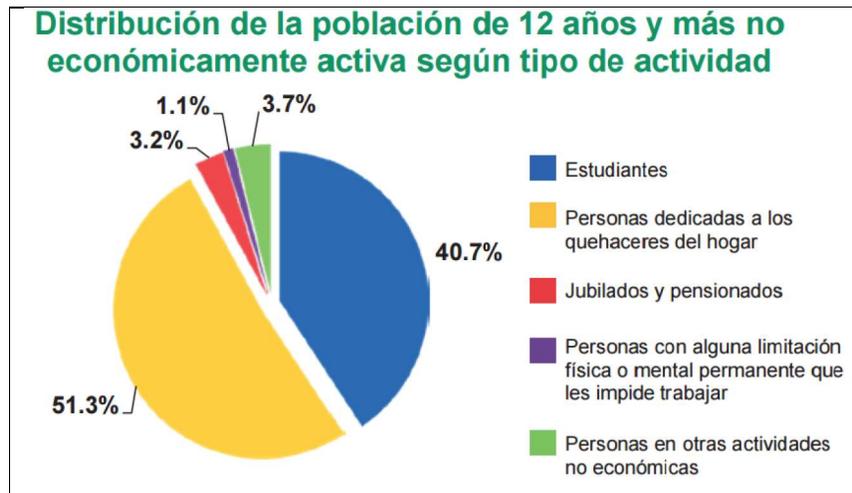


Figura 104. Distribución de la población por actividad en los municipios de Solidaridad y Benito Juárez.

### 5.3.2.1 Turismo.

Sin duda, la actividad económica preponderante en el estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años. De acuerdo al censo 2010 el 77% de la población estatal está ocupada en el sector comercio y de servicios.

La región Caribe Norte del estado de Quintana Roo, y en especial el Municipio de Benito Juárez y Solidaridad demostraron en los últimos tiempos ser muy vulnerables a ciertas variables exógenas del desarrollo. Desde luego que esta vulnerabilidad se manifiesta de manera más fuerte por el modelo de desarrollo productivo que se tiene en la zona: dependencia casi absoluta del turismo como motor del desarrollo, y nuestro propio modelo de desarrollo turístico, basado en gran parte en la oferta de instalaciones hoteleras “todo incluido”.

En el 2015 Quintana Roo registra una afluencia de 10,634,681 visitantes, de los cuales 4,622,286 turistas se hospedan en Cancún, 4,661,641 en la Riviera maya que incluye la localidad de Playa del Carmen y Tulum .

El gasto estimado por visitante tiene una relación con la estadía promedio, la oferta de servicios turísticos complementarios disponible en el destino y su calidad; por tal razón Cancún en 2011 tiene el más alto de todos los destinos turísticos de la entidad al registrarse \$USD 937.17 por estancia/visitante con una derrama económica estimada en \$2,920.93 (Millones de Dólares).

### 5.3.2.2 Sector Primario.

Las actividades del sector primario que se realizan en el Municipio de Benito Juárez son: agricultura, principalmente cultivo de maíz de temporal para autoconsumo; ganadería; apicultura; y pesca.

De acuerdo al Censo 2010 solo 6.8% de la población del estado está ocupada en este sector.

La agricultura en el ámbito del centro de población es nula debido a la carencia de productos y no existes condiciones del suelo para la actividad. La ganadería se realiza en pequeña escala y también en su mayoría es para autoconsumo. La apicultura sobresale en el municipio y existe una gran potencia para su explotación. La pesca es una actividad en declive en el ámbito municipal y sólo existen pequeños proyectos de acuacultura gracias a los apoyos gubernamentales.

### 5.3.2.3 Sector Secundario: Industria.

De acuerdo al Censo del INEGI realizado en el año 2010, el 14.5% de la población del Estado está ocupada en el sector industrial y de la construcción. En las ciudades de Cancún, la presencia de industria manufacturera y de la construcción son las más relevantes.



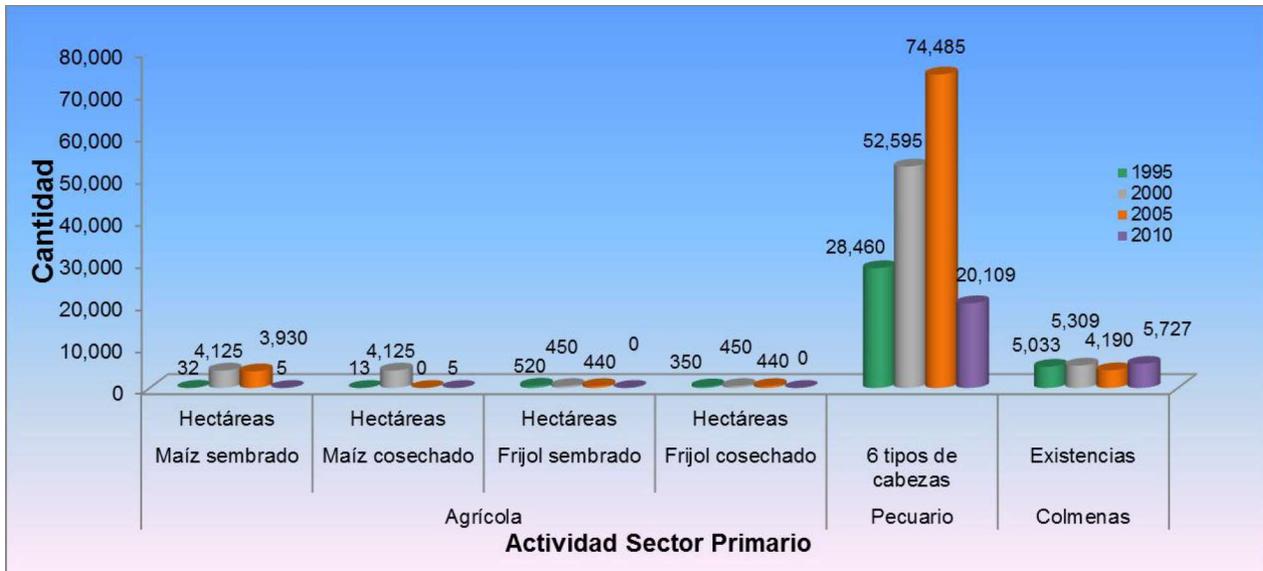


Figura 105. Estadísticas de los sectores productivos del Municipio de Benito Juárez. Fuente: censo INEGI (2010).

## 5.4 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 1981 a, 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.

En este sentido, el paisaje es la calidad visual y estética de un territorio y para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes y tiene diferentes formas de percepción como auditiva, visual y olfativa.

El paisaje de la porción terrestre del Sistema Ambiental está conformado principalmente por la infraestructura de la zona hotelera de Cancún, misma que está conformada por hoteles de diferentes categorías, comercios y validadas. Así como algunos elementos naturales como la vegetación secundaria de matorral costero y vegetación de manglar. Mientras que el área marina desde la superficie, se observa como una sola unidad ambiental cuyo valor escénico se conjuga con los diferentes contrastes de azules turquesa que forman los blanquiales (arenales) y pastizales, siendo esta particularidad el factor más importante que ha impulsado el desarrollo de la región. En las siguientes imágenes se observan diferentes perspectivas de valor escénico del paisaje del Sistema Ambiental, tanto en su porción terrestre como en su porción marina. .



Figura 106. Se muestra otro panorama del Sistema Ambiental en dirección Este a Oeste, el cual inicia desde condominios Las Olas Cancún.





Figura 107. Se muestra un panorama del Sistema Ambiental en dirección Oeste a Este, el cual inicia desde el canal del Puente Calinda.

Es importante mencionar que en el área marina del Sistema Ambiental existen poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.



Figura 108. En la imagen se observa la presencia de muelles y atracaderos en el área marina.

Conforme a lo anterior, se determina que 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 y los remanentes de vegetación de Manglar, los cuales presentan una amplia gama de valores estéticos que resulta difícil y complejo unificar.

El proyecto Muelle VP8 resulta compatible con la estética paisajística de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún y el Mar Caribe y se integrará al panorama general, sin que altere la visibilidad de los espectadores.

Desde la perspectiva ambiental, la calidad paisajística puede ser calificada como de valor medio alto, ya que si bien se ha perdido cierta naturalidad, la conjunción de los componentes ambiental y arquitectónico que inciden en la zona crean un espacio que se reconoce como un punto focal más en el litoral cancenense, por lo que, dada la vulnerabilidad de la zona, será indispensable que las obras que se realicen conjuguen e integren elementos y estructuras que garanticen el mantenimiento de la calidad que ahí se percibe.

## 5.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

Con base en la descripción de las condiciones ambientales del sistema ambiental, así como del área donde se pretende construir el proyecto “Muelle PV8”, 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 totalmente 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 marina donde se pretende construir el proyecto, corresponde a la Laguna Arrecifal, en donde se forma un pastizal extenso separado de la línea de costa por una franja de arena de sedimento fino. El polígono que se definió como área de estudio incluye una parte de este pastizal y toda la franja de arena que bordea la playa, que es donde se encuentran instaladas las estructuras de concreto denominadas “almejas”. Este tipo de ambientes por naturaleza son someros y bastante homogéneos, tanto en la parte del pastizal como en los arenales; en donde la ausencia de sustrato rocoso provoca una baja presencia de especies marinas, principalmente por la ausencia de refugios.

La vegetación del área marina del SA está representada en su mayoría por pastos marinos, de las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, esta misma vegetación están reportadas en los estudios realizados por Marenter (2015) quien también reporta las algas *Dictyota pinnatifida*, *Jania adhaerens*, *Halimeda incrassata*, *Udotea flabellum*, *Acetabularia calyculus*, y *Penicillus pyriformis*.

Asimismo, el área marina del SA ha estado sometida a una enorme presión de origen antropogénico, principalmente por las actividades turísticas, sin embargo, en términos generales aún mantiene un estado de conservación bueno.

Es importante señalar que la vegetación natural de este sistema fue una de las secciones que se ha transformado desde los inicios del megadesarrollo de Cancún como polo turístico, resulta lógico reconocer el grado de perturbación que actualmente presenta. Si bien la urbanización es la principal causa de cambios en la cubierta vegetal. Los fenómenos naturales también han generados cambios. Para esta zona en particular los huracanes de gran intensidad también han mermado la cubierta vegetal marginal del SLN de forma importante. Entre los huracanes más “recientes” e intensos se encuentra el huracán Gilberto (Septiembre-1988) y el Huracán Wilma (Octubre-2005). Ambos tuvieron efectos negativos muy importantes sobre la vegetación de la Península y en particular sobre la zona norte del estado. Sin embargo el más reciente de efectos aún visibles fue Wilma que afectó gran parte del territorio del estado de Quintana Roo y Yucatán, con mayor intensidad al Municipio de Benito Juárez (entre Cancún y Puerto Morelos) así como Cozumel.

La fuerza del oleaje que generó este huracán, también afectó las unidades arrecifales, también generó el arrastre de sedimentos y de escombros, de los cuales en la actualidad todavía se tiene evidencia.

# **CAPÍTULO V**

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

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>3</b>
2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	3
<b>3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....</b>	<b>13</b>
3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....	13
<b>4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>17</b>
4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).....	17
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.....	19
4.2.1 IMPACTOS RESIDUALES.....	25
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL .....	26

## 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 PV8**, 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.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate fauna.
	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 arenales 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.

<b>Subsistema</b>	<b>Factor ambiental</b>
<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Medio abiótico	Aire
	Suelo
	Agua
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Medio abiótico	Fondo marino
	Agua de mar
Medio biótico	Fauna marina
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	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

<b>Factor</b>	<b>Tema</b>	<b>Subtema</b>	<b>Indicador ambiental</b>
<b>Aire</b>	Contaminación	Emisiones	CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
		Auditiva	dB
<b>Suelo</b>	Contaminación	Acidificación	pH
	Erosión	Pérdida de suelo	cm/año
<b>Agua</b>	Contaminación	Cambios en la calidad del agua.	DBO, DQO, coliformes fecales, sólidos totales, etc.
<b>Fondo marino</b>	Modificación	Topografía del fondo marino	Topobatimetría
<b>Agua de mar</b>	Cambios en la calidad del agua.	Dispersión de sedimentos	Sólidos totales
	Modificación de las corrientes	Cambios en las corrientes marinas	Estudios hidrográficos
<b>Fauna marina</b>	Abundancia	Pérdida de individuos	No. de ejemplares
	Generación de hábitats	Ejemplares que utilicen el muelle como hábitat	No. de ejemplares y cobertura
<b>Residuos</b>	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Generación de residuos sólidos urbanos.	Kg de residuos generados
	Residuos Peligrosos	Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
<b>Transporte y flujo de tráfico</b>	Flujo de tráfico	Aumento	No. de vehículos/hora
<b>Salud humana</b>	Exposición a personas	Eventos meteorológicos y riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
<b>Economía</b>	Empleos	Generación	No. de empleos
<b>Paisaje</b>	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
<i>Ecosistemas terrestres</i>		
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Riu Caribe, Riu Palace Península, Hotel Casa Maya, Hotel Presidente, entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulkán, comercios y hoteles, muelles en la zona marina, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Suelo	<p>Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc).</p> <p>Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas.</p> <p>La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.</p> <p>El Estado de Quintana Roo posee una superficie que representa el 25.7 % del suelo con degradación química y el 4.6 % con degradación física.</p> <p>La zona terrestre donde se dará inicio al arranque de muelle, corresponde a un playa estrecha con sustrato arenoso y con rocas expuestas, producto de los procesos erosivos que se han dado en la zona tras el paso del Huracán Wilma en el 2005.</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.</p>

		<p>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	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m<sup>3</sup> de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 metros cúbicos por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>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:</p> <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>
<b>Ecosistemas marinos</b>		
Medio abiótico	Fondo marino	<p>El área de estudio corresponde a una pequeña porción de la plataforma marina que tiene una pendiente que llega hasta los 2.5 m de profundidad. Se diferencian dos áreas, una con arena y roca y la otra cubierta con pastos y algas.</p> <p>La primera sección corresponde a una franja de arena fina y suelta característica del Mar Caribe donde se encuentran expuestas secciones de laja que han sido ocupadas por pequeñas especies bentónicas. Las especies más evidentes en las secciones rocosas fueron las algas costosas coralinas y las filamentosas, seguidas de las Rizofíticas, así como las anémonas y los crecimientos pequeños y aislados de corales. Las pequeñas oquedades que conforman las rocas se encuentran habitadas por estados juveniles de peces arrecifales y erizos.</p> <p>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. Esta franja de arena tiene en promedio 32 m de amplitud. Las rocas de mayor talla se encuentran básicamente en los primeros 15 m desde la línea de costa.</p>

		<p>Continuando hacia mar abierto se encuentra un borde “escalón” que marca el límite entre la franja de arena-roca y la franja de pastos algas. El borde tiene en promedio 35 cm de altura con respecto a la zona de arena-roca.</p> <p>La sección de pastos-algas es una franja muy densa de vegetación marina donde los elementos dominantes son <i>Syringodium filiforme</i> y <i>Thalassia testudinum</i> con alturas de hasta 40 cm en sus folios. Entre esta densa capa se pudieron observar algunos elementos del grupo de las Rizophyticas como son las especies presentes de los géneros <i>Halimeda</i>, <i>Penicillus</i>, <i>Rhipocephallus</i> y <i>Udotea</i>. Además de algunas algas rojas como son <i>Amphiroa</i> y <i>Jania</i>. Ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
	<p>Agua de mar</p>	<p>El área 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.</p> <p>El sistema de corrientes del Sistema ambiental y de su zona de influencia es complejo ya que se generan a partir de la bifurcación de la corriente principal que pasa frente a la Zona Hotelera de Cancún (Corriente de Yucatán). Una de sus ramas toma la dirección Noroeste al penetrar en la Bahía de Mujeres. Otra rama sigue su dirección al Norte pasando por “fuera” de Isla Mujeres. Ambas ramas alcanzan velocidades suficientes para arrastrar el sedimento continuamente hacia el Norte traspasando los límites de Isla Mujeres donde generan grandes depósitos de arena, como es el caso de las dunas submarinas llamadas Mega Rizaduras adelante de Punta Sam y el banco La Ollita frente a Isla Blanca. La rama de la corriente que penetra a la Bahía de Mujeres tiene un espectro de velocidades y direcciones que varían al continuar recorriendo la bahía. Existen corrientes de retorno que circulan de Noroeste a Sureste del SA y se potencializan con la presencia de Nortes y son una de las causas de que en la zona se den procesos erosivos y pérdidas de playa.</p>
<p>Medio biótico</p>	<p>Fauna marina</p>	<p>En el área de estudio se pudieron registrar un total de 65 especies. De estas, 26 fueron plantas marinas (algas y pastos marinos), 7 fueron corales; 19 fueron peces, 3 moluscos, 3 equinodermos, 1 esponja, 1 crustáceo, 2 anémonas y 3 falsos corales (zoantido y milepora). Dichas especies pertenecen a 12 grupos marinos. Es importante mencionar que del total de especies registradas, ninguna está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, en la zona donde se desplantará el proyecto, no se tiene registro de organismos bentónicos o coralinos que puedan ser afectados por la construcción del muelle y solo posee arenas.</p>

Medio socioeconómico	Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 Kg/persona/día.
	Transporte y flujo del tráfico	El flujo del tráfico de la zona hotelera de Cancún, es principalmente por el Boulevard Kukulcán, mientras que en la zona marina, el flujo de embarcaciones es poco pero constante.
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso de equipos de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.</p>
	Economía	<p>La Ciudad de Cancún no es un puerto, pero en ella se realizan actividades marítimo-portuarias en diferentes puntos de su litoral costero y lagunar, entre los que se encuentran los siguientes: Blue Water (Bahía de Mujeres), Carlos &amp; Charlies (Laguna Nichupté), Marina Mundo Marino (Caribe), Marina Aqua Tour (Laguna Nichupté), Terminal para tenders (Caribe), Marina Las Perlas (Laguna Nichupté), Foturin, muelles, plataformas y delfinarios, Marina Hacienda del Mar (1.5 Km Carretera Puerto Juárez-Punta Sam).</p> <p>En el sistema ambiental se registran un poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.</p>
Paisaje	El paisaje de la porción terrestre del Sistema Ambiental está conformado principalmente por la infraestructura de la zona hotelera de Cancún, misma que está conformada por hoteles de diferentes categorías, comercios y vialidades. Así como algunos elementos naturales como la vegetación secundaria de matorral costero y vegetación de manglar. Mientras que el área marina desde la superficie, se observa como una sola unidad ambiental	

	<p>cuyo valor escénico se conjuga con los diferentes contrastes de azules turquesa que forman los blanquiales (arenales) y pastizales, siendo esta particularidad el factor más importante que ha impulsado el desarrollo de la región.</p> <p>El fondo marino del Sistema Ambiental, está representado por dos ambientes que corresponde al pastizal y al arenal, así como por una gran variedad de organismos bentónicos, coralinos, y peces; los cuales solo pueden ser observados por aquellos que realizan actividades de snorkel y buceo. Desde la superficie solo se pueden observar los contrastes de los azules turquesas que genera los pastizales y los arenales, otros elementos que se pueden observar en la superficie del área marina son poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.</p> <p>El escenario donde se pretende construir el muelle del proyecto, es visible para los espectadores, desde la zona este donde se encuentra la playa publica denominada Playa Langosta.</p>
--	--

Se presentan imágenes de las condiciones del Sistema Ambiental:

#### Zona terrestre



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

## Fondo marino

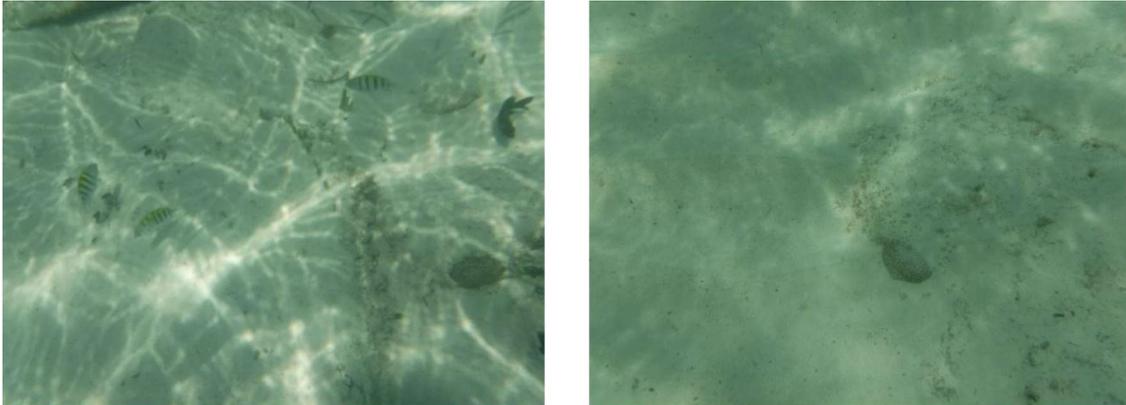


Figura 2. Imagen de diferentes secciones del arenal desnudo con pocas rocas expuestas.

## Unidad del paisaje.



Figura 3. Se muestra un panorama del Sistema Ambiental en dirección Oeste a Este, el cual inicia desde el canal del Puente Calinda.

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
<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido.
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual
	Pérdida de suelo
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Fondo marino	Cambios en el fondo marino
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos
	Modificación de la corriente litoral marina
Fauna marina	Pérdida de organismos marinos
<i>Medio socioeconómico</i>	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME)
	Generación de Residuos Peligrosos (RP)
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Salud humana	Exposición a personas a eventos meteorológicos y riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos
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:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

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	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

	ocurriendo en el presente.		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 mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<b>Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<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 menosprecio 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 46 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 41 son adversas y 5 son benéficas (Cuadro 10).

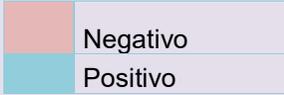
Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD	ETAPA DE PREPARACIÓN			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE OPERACIÓN		TOTAL
	de Presencia personal	de Actividades de rescate de fauna	de Instalación de obras provisionales	de Presencia personal	Hincado de pilotes con bomba a presión	Construcción del muelle (ensamblado)	del muelle Operación	de Actividades de mantenimiento	
Ecosistemas terrestres									
Aire					A	A	A	A	4
Suelo	A			A					2
Agua	A			A					2
Ecosistemas marinos									
Fondo marino					A		A	A	3
Agua	A			A	A	A	A	A	6
Fauna marina	A	B		A	A		B	A	6
Medio socioeconómico									
Residuos	A		A	A		A	A	A	6
Transporte y flujo de tráfico	A			A	A	A			4
Salud humana	A			A	A	A	A	A	6
Economía	B			B				B	3
Paisaje			A		A	A		A	4
TOTAL	8	1	2	8	7	6	6	8	46

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

## Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS		PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			Operación del
	 Negativo Positivo Actividades Impacto		de Presencia personal	de Actividades rescate de fauna	de Instalación obras provisionales.	de Presencia personal	Hincado de pilotes con bomba a presión	Construcción (ensamblado) del muelle	
Ecosistemas terrestres									
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido								
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual								
	Pérdida de suelo								
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual								
Ecosistemas marinos									
Fondo marino	Cambios en el fondo marino								
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos								
	Modificación de la corriente litoral								
Fauna marina	Pérdida de organismos marinos								
Medio socioeconómico									
Residuos	Generación de RSU y ME								
	Generación de RP								
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular y de embarcaciones								
Salud humana	Exposición a personas a eventos meteorológicos y riesgos de salud								
Economía	Generación de Empleos								
Paisaje	Modificación del paisaje								
Número de impactos			9	1	2	9	4	8	1
Positivos			12			21			
Negativos			10			20			

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 55 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 50 son adversos y 5 benéficos. A continuación se describen los impactos registrados en cada etapa.

### Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 10 impactos negativos y 2 positivos, los cuales derivan principalmente por el rescate de fauna marina y por las actividades de colocación de las instalaciones provisionales.

Es importante reiterar, que el proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico en forma de T, el cual será utilizado para el atraque de embarcaciones de calado menor para uso privado del propietario del lote 8 al lote aledaño al área del muelle. Este muelle se ubicará en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Manzana 35, de la zona hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle. La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40 m<sup>2</sup>; esta estructura será construida con madera y será piloteada para que haya un espacio entre el suelo natural y la estructura de madera. La pasarela principal tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m el cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación. El travesaño que da la forma de T, tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70 m. En total, la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

Los impactos que pudieran generarse en esta etapa están relacionados principalmente por la afectación de fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, corales, moluscos, y esponjas que se encuentren dentro del área de maniobra, los cuales serán reubicados en sitios adyacentes a la zona de trabajo con características similares. 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.

Las actividades de rescate 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 y Líquidos anexo a la presente MIA-P.

### Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 20 interacciones de impactos negativos y 1 impacto positivo. Con relación a los impactos negativos que se identificaron en la etapa de preparación de sitio, en esta son mayores. 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. También se prevé la generación de botes vacíos y estopas impregnadas con pegamento derivadas de las actividades de instalación eléctrica.

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 22 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 20 son negativos y 2 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 y en sí por su operación.

De la misma forma, se considera que durante esta etapa se podría afectar el fondo marino por el anclaje de las embarcaciones y 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 pérdida de suelo en la zona del arranque de muelle, así como la modificación de las corrientes por la presencia del muelle. También las personas estarán expuestas a los fenómenos meteorológicos.

El impacto benéfico que se dará en la operación del muelle, está relacionado con la generación de un nuevo hábitat para los organismos bentónicos y organismos arrecifales que colonizarán los pilotes.

## Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)
Ecosistemas terrestres									
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido	N	1	1	1	3	1	3	1
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos	N	1	3	3	3	3	1	1
	Pérdida de suelo	N	1	1	1	3	3	3	3
Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual	N	1	3	3	3	3	1	1
Ecosistemas marinos									
Fondo marino	Cambios en el fondo marino	N	3	3	1	3	3	1	3
Agua de mar	Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos	N	3	1	3	3	1	1	1
	Modificación de la corriente litoral	N	3	1	1	3	1	1	1
Fauna marina	Pérdida de organismos marinos	N	1	3	3	2	3	1	3
	Generación de hábitat	P	1	3	3	3	3	3	3
Medio socioeconómico									
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	3	3	1
	Generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	3	3	1	1
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular y de embarcaciones	N	3	3	1	3	1	3	3
Salud humana	Exposición a personas a eventos meteorológicos y riesgos de salud	N	1	1	1	1	1	1	1
Economía	Generación de Empleos	P	3	3	1	3	3	1	1
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	3	1	3	3	1	3

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto	Signo	Índice de incidencia
Ecosistemas terrestres			
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido	N	0.25
Suelo	Contaminación por disposición inadecuada de residuos	N	0.50
	Pérdida de suelo	N	0.62

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 15 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del “Muelle PV8”.

De los 15 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 13 son negativos y 2 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 7 impactos se calificaron como directos y 8 como indirectos, es decir, que el 46.66 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 53.34 % tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos se derivan de las actividades de construcción del muelle, que están relacionados con cambios en el fondo marino, en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos, modificación de la corriente litoral, la generación de residuos, aumento del flujo de embarcaciones, modificación del paisaje y generación de empleos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con eventos de contaminación, la pérdida de suelo, la generación de hábitat para organismos por la instalación de los pilotes que sostendrán el muelle; generación de residuos peligrosos, exposición de personas a eventos meteorológicos y de riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 12 (80.00 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con la contaminación del suelo y agua por manejo inadecuado de residuos, la pérdida de suelo, la pérdida de organismos marinos y generación de hábitat; la generación de residuos, el aumento del flujo vehicular y de embarcaciones, generación de empleo y la modificación del paisaje. El resto de los impactos (3) se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y ruido, cambio en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos y riesgo a la salud humana que podrían darse por no usar adecuadamente el equipo de seguridad o por la presencia de eventos hidrometeorológicos.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 5 (33.33 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con la contaminación del suelo y el agua por disposición inadecuada de residuos, los cambios en la calidad de agua por la dispersión de sedimentos, la pérdida de organismos marinos y la generación de hábitats. Los que se clasificaron como no sinérgicos están relacionados con la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo

especial, y peligrosos, aumento en el flujo vehicular y de embarcaciones, riesgos a la salud humana, generación de empleos y modificación del paisaje.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 86.66 % (13) de los impactos tendrán un efecto de largo plazo; un impacto tendrá un efecto a mediano plazo y otro corto plazo, y estos dos últimos están relacionados con la pérdida de organismos marinos y con el riesgo a la salud humana.

En cuanto a la periodicidad, el 66.66 % (10) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con la contaminación del suelo y el agua por disposición inadecuada de residuos, cambios del fondo marino y en la calidad del agua; pérdida de organismos marinos, modificación de la corriente litoral, generación de residuos peligrosos, exposición de personas a riesgos, generación de empleos y modificación al paisaje. Solo 5 (33.34 %) de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con las emisiones de gases y ruido, la pérdida de suelo, la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, el aumento del flujo vehicular y de embarcaciones y la generación de hábitats.

Para el caso de la permanencia, 9 impactos son temporales y 6 son permanentes, estos últimos están relacionados con la pérdida de suelo, los cambios en el fondo marino, la pérdida de organismos marinos, la generación de hábitat para organismos y la modificación del paisaje.

- Reversibilidad del impacto

El 66.66 % (10) de los impactos se consideran como irreversibles y el 33.34 % como reversibles a corto plazo. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con la contaminación del suelo y el agua por disposición inadecuada de residuos, pérdida de suelo, cambios del fondo marino, la pérdida de organismos, la generación de hábitats, la producción de residuos y de embarcaciones y la generación de empleo, modificación del paisaje, entre otros.

- Recuperabilidad.

El 66.66 % (10) de los impactos se consideraron como recuperables y el otro 33.34 % como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con la pérdida de suelo, los cambios en el fondo marino, la pérdida de organismos, la generación de hábitats y la modificación del paisaje. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 13; 3 fueron significativos, 7 fueron no significativos y 3 despreciables.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Cambios en el fondo marino,
- Pérdida de organismos marinos
- Modificación del paisaje.

Los no significativos corresponden a:

- Pérdida de suelo
- Contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos
- Contaminación del agua por disposición inadecuada de residuos y agua residual.
- Cambios en la calidad de agua por mar por dispersión de sedimentos y por contaminantes.
- Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
- Generación de Residuos Peligrosos
- Aumento del flujo vehicular y de embarcaciones

Los impactos negativos despreciables fueron:

- Contaminación por emisiones a la atmósfera y ruido.
- Modificación de la corriente litoral
- Exposición a personas a eventos meteorológicos y riesgos de salud

En el caso de los impactos positivos, que en total fueron 2; uno se calificó como significativo y está relacionado con la generación de hábitats y el otro como no significativo y está vinculado a la generación de empleos.

#### **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.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Suelo	Pérdida de suelo		*
Fondo marino	Cambios en el fondo marino		*
Fauna	Pérdida de organismos marinos	*	
Paisaje	Modificación del paisaje		*

De los cuatro impactos residuales identificados en el cuadro anterior, tres son residuales 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 pérdida de suelo en el sitio donde se coloque el arranque de muelle, ya que continuarán las actividades erosivas por el embate de las olas. Este impacto no será generado por el proyecto pero prevalece en las condiciones existentes en el sitio donde se desplantará el arranque del muelle.

La modificación del fondo marino también será residual, 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 fauna marina, ya que se considera el rescate y reubicación de la fauna que sea registrada 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 las atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Riu Caribe, Riu Palace Península, Hotel Casa Maya, Hotel Presidente, entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulcán, comercios, hoteles, marinas y muelles, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.

#### ➤ Suelo

Se registraron dos impactos para este factor, uno está relacionado con la contaminación del suelo por la disposición inadecuada de los residuos y el otro con la pérdida de suelo en el área donde se coloque el arranque de muelle.

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.

Por otra parte, en cuanto al impacto relativo a la pérdida de suelo por la colocación del arranque de muelle, éste se calificó como no significativo, ya que este se construirá sobre pilotes, de tal manera que continuará llevándose a cabo el transporte de arena de manera natural y tampoco modificará la corriente.

En relación a este impacto cabe señalar que la zona donde se colocará el arranque del muelle ha estado sujeta a procesos erosivos principalmente por fenómenos hidrometeorológicos desde hace mucho tiempo, lo que ha generado la pérdida de la duna costera, hasta llegar a exponer la roca, por lo que se espera que continúen los procesos erosivos que se dan en la zona.

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 y solo ocupará una

superficie de 17.40 m<sup>2</sup>, lo cual se considera mínimo, y el arranque será piloteado y de madera, lo que disminuirá su impacto sobre el suelo.

➤ 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 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.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se contará con un baño portátil 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 cambios en el fondo 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 arenales y roca, que es una zona poco profunda donde no se encuentra ningún tipo de vegetación 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 1.68 m<sup>2</sup>, que es mínimo, en donde solo se registraron arenales y rocas.

➤ 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 24 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.

➤ Fauna Marina

En el área de estudio se registraron un total de 65 especies. De estas, 26 fueron plantas marinas (algas y pastos marinos), 7 fueron corales; 19 fueron peces, 3 moluscos, 3 equinodermos, 1 esponja, 1 crustáceo, 2 anémonas y 3 falsos corales (zoantido y milepora). Dichas especies pertenecen a 12 grupos marinos. Es importante mencionar que del total de especies registradas, ninguna está enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para este factor se definió un impacto adverso significativo relativo a la pérdida de ejemplares de fauna 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 un arenal con rocas aisladas. Las rocas se encuentran inmersas en una franja de arena suelta y fina, por lo que es muy poco estable y fácilmente se re-suspende 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 fijos 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 adyacente. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Por otra parte, el muelle colinda con pastizales, sin embargo, no se prevé afectarlos ya que solo se desplantará sobre arenales, además que 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 será utilizado para el atraque de embarcaciones de pequeño calado de uso particular del propietario del predio colindante que corresponde al lote 8, por lo que tampoco se anticipan afectaciones a los pastos marinos. Existen otros muelles rústicos en operación, similares dentro del sistema ambiental, donde no se observan afectaciones en los pastizales 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 que organiza el Municipio Benito Juárez 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, los residuos que generen los usuarios serán acopiados en un contenedor ubicado en el lote 8 colindante y dispuestos mediante el servicio de limpieza municipal. 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 y Líquidos anexo a la presente MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos.

#### ➤ Transporte y flujo de tráfico

El impacto relacionado con el transporte y flujo de tráfico 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 por medio de la calle pez volador y del lote 8, propiedad de la promovente. Este lote cuenta al frente de calle con espacio para estacionar vehículos, por lo que no se obstruirá la circulación interna de la calle, ni el acceso público a playa langosta.

Durante la etapa operativa, el muelle se utilizará para el atraque de embarcaciones de calado menor de uso particular del propietario del predio colindante que corresponde al lote 8, con lo cual se podría incrementar el flujo de embarcaciones en el área, sin embargo no se considera significativo, ya que será un muelle de uso privado y en el sistema

ambiental existen varias marinas, muelles y atracaderos que son de uso privado y turístico, por lo que el flujo de embarcaciones es continuo y en mayor cantidad que el que se considera para el Muelle PV8. Asimismo, el escaso aumento de embarcaciones que se registre por la operación del proyecto se sumará al existente 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.

➤ 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 y los remanentes de vegetación de manglar, los cuales presentan una amplia gama de valores estéticos que resulta difícil y complejo unificar.

El proyecto Muelle VP8 resulta compatible con la estética paisajística de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún 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 MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>MEDIDAS GENERALES</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>MEDIDAS ESPECÍFICAS POR ETAPA</b> .....	<b>4</b>
3.1.	ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....	5
3.2.	ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO.....	5
3.3.	ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUA .....	6
3.4.	ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL FONDO MARINO.....	7
3.5.	ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA.....	8
3.6.	ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS .....	8
3.7.	ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO .....	10
3.8.	ESTRATEGIAS PARA GARANTIZAR LA SALUD HUMANA.....	10
3.9.	ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE .....	11
<b>4.</b>	<b>SUPERVISIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>11</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

El artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) establece lo siguiente:

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

A partir de las características del proyecto Muelle PV8, así como de las condiciones ambientales del Sistema Ambiental, en el Capítulo V de la presente MIA-P se identificaron, describieron y evaluaron, los posibles impactos ambientales con potencial de generarse sobre el sistema ambiental y sobre el área de estudio del proyecto, que puede ocasionar el mismo durante las diferentes etapas de su ejecución. En este capítulo se describirán una serie de medidas de prevención, mitigación, y compensación, las cuales están orientadas a reducir los impactos ambientales identificados en el capítulo anterior.

Es importante mencionar que desde la planificación del proyecto se buscó mitigar posibles impactos ambientales a la flora y fauna presente en el predio, dado que el diseño se ha ajustado a una detallada caracterización y zonificación ambiental sustentada en los estudios ambientales, mismos que se anexan al presente documento.

Visto lo anterior, a continuación se procede a realizar la descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto Muelle PV8, las cuales se iniciarán con aquellas de carácter general, para posteriormente continuar con las específicas para cada etapa del proyecto, en las que se incluirán una serie de programas y acciones orientadas a minimizar los impactos ambientales descritos en el capítulo anterior.

Es importante señalar que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este capítulo, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales específicas del predio, y sustentadas en información técnica, así como en instrumentos jurídicos, de planeación y ambientales, vigentes y aplicables al proyecto.

## 2. MEDIDAS GENERALES.

A partir de la identificación y evaluación de impactos realizada para el proyecto en el capítulo anterior (Capítulo V), y en apego al Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Benito Juárez aplicable al proyecto, se diseñaron programas enfocados a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio y a la protección del sistema ambiental, mismos que forman parte de la presente MIA-P del proyecto, los cuales se mencionan a continuación.

- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.(Anexo 6)
- Programa de Rescate de Fauna.(Anexo 5)

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 de mitigación establecidas se agruparon por etapa, factor y componente ambiental para el proyecto (Cuadro 1). Cabe señalar que el sanitario (s) portátil (les) y áreas que se requieran para el manejo de materiales, insumos, maquinaria y equipo del proyecto serán acopiados en el lote 8 propiedad de la promovente, aledaño al área donde se propone desplantar el muelle.

Cuadro 1. Impactos ambientales previstos, medidas de prevención, mitigación y compensación a implementar, así como sus indicadores de éxito.

Etapa	Factor	Impacto	Medidas	Indicador
<b>Preparación, construcción y operación.</b>	Aire, Suelo, Agua, Fondo marino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación por emisiones a la atmósfera y partículas de polvo.</li> <li>• Contaminación por disposición inadecuada de residuos y agua residual.</li> <li>• Cambios en el fondo marino.</li> <li>• Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos y por contaminantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución del Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.</li> <li>• Delimitación del área de maniobra con una malla geotextil para la contención de sedimentos.</li> <li>• Motosierra y planta generadora en buen estado.</li> <li>• Uso de baños a razón de 1 a 20 obreros.</li> <li>• Concientización ambiental.</li> <li>• Manejo adecuado de los combustibles.</li> <li>• Supervisión ambiental</li> <li>• Las embarcaciones menores que arriben al muelle realizarán un adecuado manejo de residuos, y no generarán perturbaciones al fondo marino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia / ausencia de residuos dispersos.</li> <li>• Presencia y ausencia de fecalismo y micción.</li> <li>• Presencia de señalización.</li> <li>• Presencia de contenedores diferenciados para el acopio de residuos.</li> <li>• Baño limpio y en buen estado de funcionamiento.</li> <li>• Ausencia de manchas de aceite.</li> <li>• Comprobantes de disposición final adecuada de los residuos.</li> <li>• Implementación de pláticas de concientización.</li> <li>• Ausencia de fauna feral, nociva e invasora.</li> </ul>
<b>Preparación y Construcción</b>	Fauna Marina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de organismos marinos</li> <li>• Generación de hábitat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecución de Programa de Rescate de Fauna.</li> <li>• Concientización ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de equipo de protección personal.</li> <li>• Registro de la fauna rescatada del área de desplante y del área de maniobra.</li> </ul>

### 3. MEDIDAS ESPECÍFICAS POR ETAPA.

A continuación se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación conforme a cada factor evaluado.

### 3.1. ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

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. Afectación al microclima.	Se verificará que la motosierra y la planta 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.
	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 aceptables.
	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.

### 3.2. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO.

De acuerdo a la valorización de impacto ambiental realizada para este factor ambiental, las principales acciones que podrían generar un impacto a este factor, están relacionadas con el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso; así como por el manejo de combustibles para la operación de la motosierra y de la planta de energía.

**Objetivo:** Minimizar la contaminación del suelo por el manejo inadecuado de los residuos.

A continuación se presentan las medidas de mitigación para el factor suelo.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Contaminación por disposición inadecuada de residuos.	Para evitar fecalismo y micción en la zona de playa, los baños se mantendrán limpios y en buenas condiciones de uso.	x	x		Presencia y ausencia de manchas de hidrocarburos en el suelo.
	Se contará con un almacén de hidrocarburos, el cual contará con las medidas de seguridad para su óptima operación.		x		
	La recarga de combustible de la motosierra y de la planta generadora de energía se realizará al interior del área acondicionada para ello en el lote 8 aledaño al área del proyecto, a efecto de evitar derrames directos al suelo.		x		Presencia de almacén para el manejo de hidrocarburos y de residuos peligrosos.
	En caso de derrames accidentales de hidrocarburos se realizará la recuperación del suelo y se manejará como residuo peligroso.		x		

### 3.3. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUA.

Durante la construcción del muelle, se realizará el manejo combustibles 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.

Para el hincado de los pilotes del muelle, se utilizará una bomba de agua a presión la cual generará la dispersión de sedimento. Esta acción además de afectar a la vegetación de la zona de influencia y a la fauna, puede llegar a cambiar la composición física del agua de mar, principalmente su transparencia.

**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 inadecuada de residuos y agua residual.  Cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos y por contaminantes	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 de malla antidispersión.  Turbidez.  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

	Se contará con un almacén donde se acoparán las pequeñas cantidades de hidrocarburos que se requieran. Este contará con las medidas de seguridad para su óptima operación.	x		proyecto y uso adecuado del mismo.
	La recarga de combustible de la motosierra y de la planta se realizará al interior del almacén a efecto de evitar derrames directos al suelo.	x		
	En caso de derrames accidentales de hidrocarburos se realizará la recuperación del suelo y se manejará como residuo peligroso.	x		

### 3.4. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL FONDO MARINO.

La construcción del muelle requiere la colocación de 24 pilotes que tendrán un diámetro 25 a 30 cm, los cuales serán hincados a una profundidad de 0.60 a 1.00 metro. El área que ocupará cada pilote será de 0.07 m<sup>2</sup> (considerando un diámetro de 30 cm) por lo que en total el área de ocupación de todos los pilotes será de 1.68 m<sup>2</sup>.

Durante el proceso constructivo del muelle, existe la probabilidad de accidentalmente pedazos de madera, objetos (herramientas) ductos de PVC, u otros residuos se caigan al fondo del mar, lo que conllevaría a la contaminación del mismo.

Este impacto, es sin duda, será uno de los más importantes que generará el proyecto, ya que para poder realizar esta actividad, es necesario utilizar una bomba de agua a presión, que mediante un “chorro” a presión soplará el área donde será hincado el pilote, causando el levantamiento de sedimentos. Esta acción, de no contenerse adecuadamente, podría llegar afectar a los organismos bentónicos y coralinos que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto.

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			
	Los pedazos de madera, objetos (herramientas) ductos de PVC, u otros residuos que se caigan al fondo del mar, serán recuperados	x	x		
	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		

### 3.5. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA.

En la parte marina del área de estudio definida para caracterizar biológicamente el área donde se desplantará el proyecto y su zona inmediata, se pudieron registrar un total de 65 especies. De estas, 26 fueron plantas marinas (algas y pastos marinos), 7 fueron corales; 19 fueron peces, 3 moluscos, 3 equinodermos, 1 esponja, 1 crustáceo, 2 anémonas y 3 falsos corales (zoantido y milepora). Dichas especies pertenecen a 12 grupos marinos. No obstante, en la zona marina y terrestre donde se pretende construir en muelle no existen organismos bentónicos o coralinos que puedan verse afectados durante la etapa de preparación de sitio y construcción del muelle, sin embargo, debido a la movilidad que tienen algunos organismos como los peces, es necesario realizar acciones específicas orientadas a la conservación de la fauna, principalmente de aquellas que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la caracterización del área de estudio no se registraron especies enlistadas en dicha norma.

**Objetivo:** Evitar la afectación de la fauna que se desarrolla en el sitio donde se pretende construir el proyecto, especialmente a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
<b>Pérdida de organismos marinos.</b>  <b>Generación de hábitat.</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.
	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.
	Con la colocación de los pilotes del muelle se generará un nuevo espacio para la colonización de especies bentónicas.			x	Reporte de atención y liberación de especies de fauna.  Verificación de la implementación del reglamento de obra.  Colonización de organismos bentónicos

### 3.6. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS.

Los impactos derivados de la generación de residuos sólidos, de manejo especial y de residuos peligrosos se calificaron como adversos significativos. Durante las actividades

de preparación del sitio y construcción se espera generar residuos sólidos, de manejo especiales, y peligrosos.

En la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, 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. También, se generarán residuos por la presencia de los trabajadores en el área del proyecto, los residuos serán orgánicos de tipo doméstico consistentes en empaques, recipientes y restos de platos desechables y restos de alimentos. 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, se generarán de manera aislada residuos de mantenimiento, principalmente clavos (metales ferrosos) y madera, derivada de cambio de madera que pudiera dañarse por el uso continuo del muelle. En esta etapa la generación de residuos peligrosos será mínima y de forma muy puntual, ya que solo se generará por la sustitución de las tuberías de PVC, en el cual se utiliza pegamento industrial.

**Objetivo:** Evitar la contaminación y la afectación de la vegetación, fauna, suelo y agua por el mal manejo de los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.  Generación de Residuos Peligrosos.	Se aplicará el Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, en el cual se establecen los mecanismos, acciones y medidas para el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, así como aquellos líquidos en las diferentes etapas del proyecto.	x	x	x	Ausencia o presencia de residuos dispersos.  Presencia de contenedores suficientes.  Comprobantes de disposición final de los residuos de acuerdo a su tipo (sólidos urbanos, manejo especial y/o peligrosos).
	Los residuos serán acopiados en el lote 8 propiedad del promovente colindante al área del proyecto, los cuales serán retirados de manera periódica en el relleno sanitario de Cancún	x	x	x	Buen estado de la infraestructura para el acopio temporal de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
	Concientización ambiental	x	x	x	Uso correcto del almacén donde se dispondrán los residuos.  Separación de residuos.

### 3.7. ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO.

Este impacto está relacionado con la circulación de vehículos de carga y materiales, que ingresan a la zona del proyecto, mismos que pueden obstruir el tráfico normal de la zona. Asimismo, se estaría contemplando el tráfico marítimo que generen las embarcaciones menores que arriben al muelle durante la etapa de operación.

**Objetivo:** Minimizar la afectación de la zona por la afluencia de vehículos y embarcaciones.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Aumento del flujo vehicular en vialidades y accesos.	El horario de trabajo se limitará de 7:00 a 17:00 hr para permitir el uso del transporte público ya existente.	x	x		Se respeta el horario de trabajo.
	El movimiento vehículos, de material, equipos y maquinaria, se programará en un horario adecuado con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.	x	x		No se obstruye el tráfico.
	Las embarcaciones que arriben al muelle serán de uso privado del propietario.			x	Las embarcaciones se apegarán a las reglas de uso que marque la SCT.
	El muelle contará con las señalizaciones necesarias establecidas por la SCT.			x	

### 3.8. ESTRATEGIAS PARA GARANTIZAR LA SALUD HUMANA.

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 humana 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.
	El personal que opere la motosierra deberá de contar con la experiencia necesaria, además que deberá de usar el equipo de seguridad.		x		Presencia de botiquín con los insumos básicos de primeros auxilios.
	El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido,	x	x		Se cancelarán las actividades en caso de mal tiempo o amenaza de eventos meteorológicos.

dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco salvavidas, botas, lentes, otros)				Presencia de baños portátiles en óptimas condiciones de uso.
Se contará con un vehículo en el área del proyecto para que, en caso de ser necesario se traslade algún herido hacia el hospital más cercano y se haga con rapidez.	x	x		Presencia de enfermedades o accidentes atribuibles a la obra.
Se impartirán pláticas de seguridad e higiene y cuidado de medio ambiente.	x	x		
En caso del arribo de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida de las personas, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de Protección Civil.	x	x	x	
Se concientizará a los trabajadores sobre la importancia del uso del sanitario de obra.	x	x		
Se suministrará agua purificada continuamente a los obreros.	x	x		

### 3.9. ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL 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 de construir el muelle, en la etapa operativa, este formará parte del paisaje de la zona, insertándose dentro del área litoral del sistema ambiental donde existen por lo menos 15 muelles.

**Objetivo:** Minimizar la afectación del paisaje de la zona.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Modificación del paisaje.	Se realizará un manejo adecuado de los residuos.		x	x	Presencia y ausencia de residuos.
	Se realizarán las actividades de mantenimiento del muelle.			x	Muelle en buen estado

### 4. SUPERVISIÓN AMBIENTAL.

Durante todo el proceso de preparación y construcción del proyecto, se realizarán recorridos de supervisión ambiental en la zona del proyecto, en los cuales se verificará y vigilará el debido cumplimiento a las medidas de prevención y compensación propuestas en el presente capítulo, así como aquellas que la autoridad emita. Las actividades de supervisión estarán a cargo de un equipo de especialistas en las áreas de ciencias biológicas, con amplia experiencia probada en la región, quienes estarán al tanto de todas y cada una de las acciones que se desarrollen en el marco de la autorización del proyecto. Este equipo tendrá la capacidad para la toma de decisiones sobre aquellas actividades

que puedan ocasionar afectaciones no previstas. La supervisión se realizará de manera permanente durante el periodo que duren las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento, las visitas se efectuarán por lo menos 1 vez al año.

Es importante mencionar que, 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 SEMARNAT y PROFEPA, quienes validarán los resultados obtenidos o en su caso ordenarán nuevas medidas de mitigación, compensación, o restauración.

## **CAPÍTULO VII**

# **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>3</b>
2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL .....	6
2.1.1 Porción Terrestre.....	6
2.1.2 Zona Marina.....	6
2.2. ÁREA DE ESTUDIO.....	7
<b>3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.....</b>	<b>9</b>
<b>4. IMPACTOS POTENCIALES.....</b>	<b>10</b>
<b>5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.....</b>	<b>12</b>
<b>6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.....</b>	<b>12</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las obras y actividades que se pretenden realizar, y la forma en la que éstas influirán en el sistema, tanto en las inmediaciones del proyecto como en el Sistema Ambiental (SA), 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 que tendrá del sitio durante la realización, y a través de la vida útil del proyecto, y se analizan las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

## 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

A través del análisis digital de fotografías aéreas e imágenes satelitales obtenidas de los programas Google Earth pro, Sasplanet versión 121214, procesados en el Programa Arcgis versión 10.2, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo diferentes análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de proyectos, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

El Sistema Ambiental del proyecto presenta los siguientes límites (Figura 1):

- Al norte, con referencia al Límite Norte del polígono de Punta Cancún que forma parte del ANP Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.
- Al sur, Boulevard Kukulcán.
- Al oeste, con el canal del Puente Calinda.
- Al este, con el polígono de Punta Cancún del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Conforme a lo anterior el Sistema Ambiental tiene una superficie de 15 , 273,392.96 m<sup>2</sup> (1,527.34 ha), de las cuales una superficie de 1,462.20 ha (95.74%) corresponde a la porción marina y una superficie 65.14 ha (4.26%) a la porción terrestre. Es importante mencionar que la distinción de porción marina y terrestre, se realizó con base en la pleamar observada en una de las imágenes del Programa Google Earth versión libre que corresponde a la fecha de mayo de 2016 (Figura 1).

Dentro del Sistema Ambiental del proyecto, interactúan una serie de elementos, donde el intercambio de materia y energía mantiene una relación dinámica entre los dos componentes naturales; el terrestre y el marino. El primero se compone de 5 unidades diferentes, mientras que el segundo se compone de 3 (Cuadro 1, Figura 2).

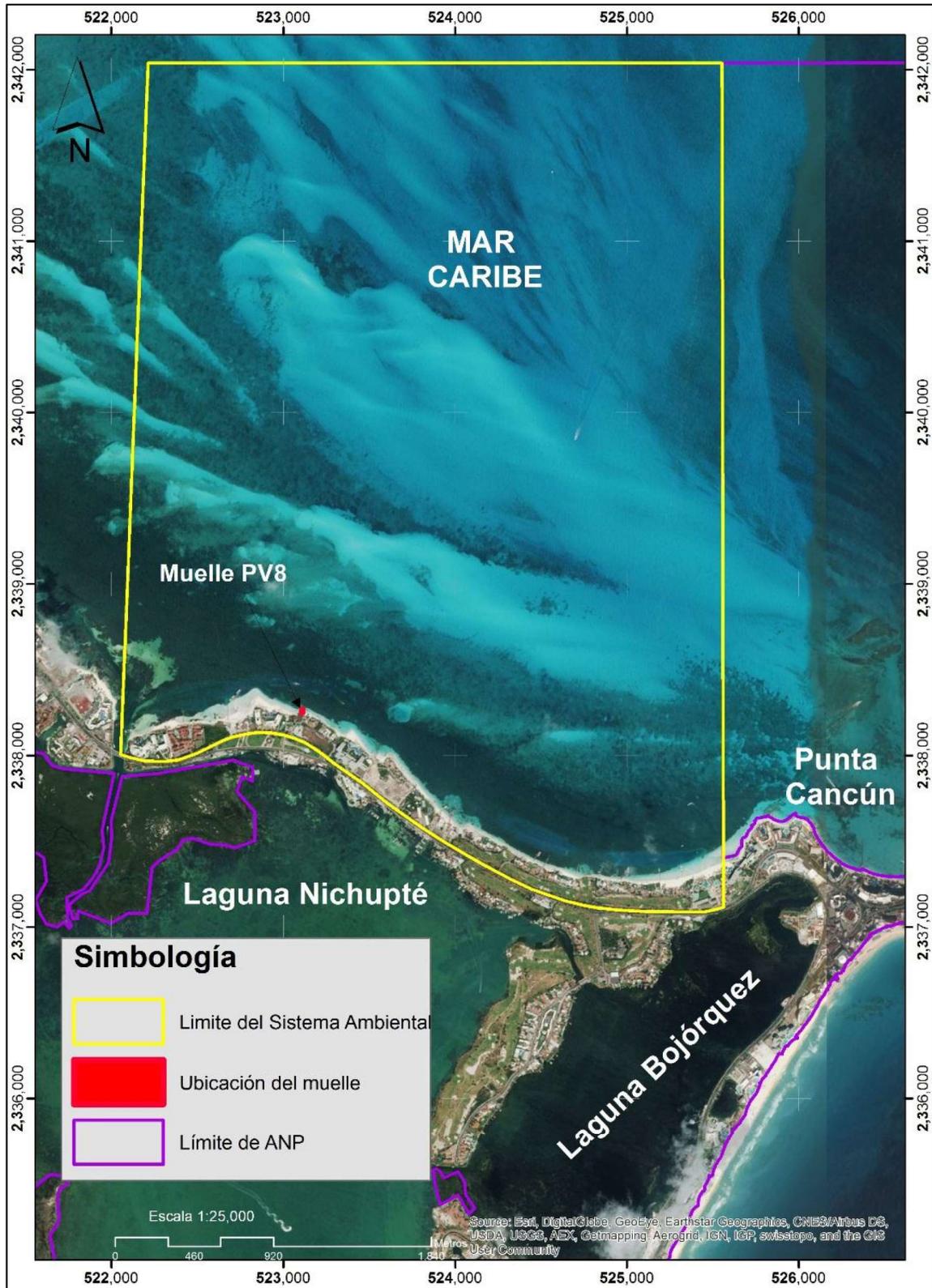


Figura 1. Se muestra el polígono del Sistema Ambiental del proyecto.

Cuadro 1. Distribución de superficies del Sistema Ambiental del proyecto en usos de suelo y vegetación.

COBERTURA	Superficie		%
	m <sup>2</sup>	Ha	
<b>Marino</b>			
Arenal	8,934,857.84	893.49	58.50
Pastizal	5,685,854.49	568.59	37.23
Infraestructura	1,287.67	0.13	0.01
Subtotal	14,622,000.00		95.74
<b>Terrestre</b>			
Vegetación secundaria de matorral costero	26,471.86	2.65	0.17
Manglar	4,441.73	0.44	0.03
Playa	69,138.67	6.91	0.46
Sin vegetación	46,202.96	11.53	0.30
Infraestructura	505,137.74	50.51	3.30
Subtotal	651,392.96		4.26
<b>Total</b>	<b>15,273,392.96</b>	<b>1,527.34</b>	<b>100</b>

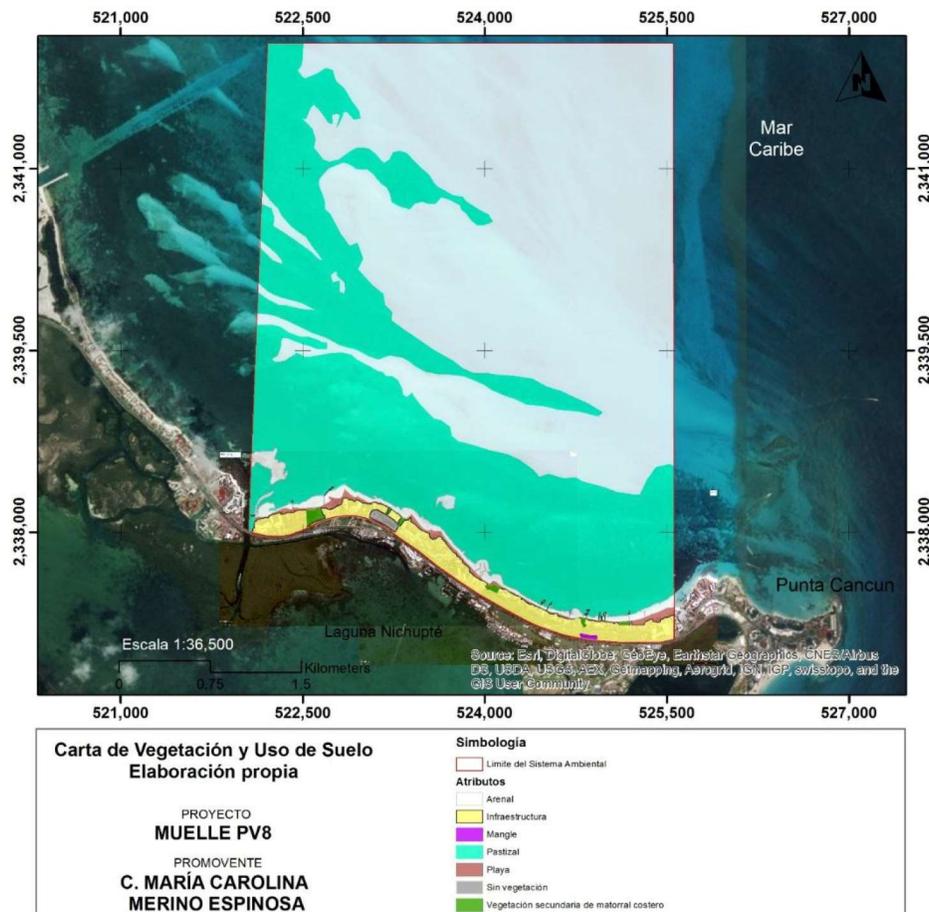


Figura 2. Tipos de vegetación y uso de suelo del Sistema Ambiental del proyecto.

## **2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL**

### **2.1.1 Porción Terrestre.**

Respecto a la distribución de coberturas de la porción terrestre del Sistema Ambiental (Cuadro 1), tiene una superficie de 505,137.74 m<sup>2</sup> (3.30 % del sistema ambiental) presenta un alto grado de modificación debido a que el suelo se encuentra ocupado por infraestructura de carácter permanente (desarrollos turísticos, infraestructura urbana, vías de comunicación, asentamientos humanos, campos de golf, comercios, entre otros), 69,138.67 m<sup>2</sup> (0.46 % del sistema ambiental) corresponde a un área con playas arenosas que presentan gran afluencia de visitantes y usuarios a lo largo del año, situación que ejerce presión en este sitio. Una superficie de 26,471.86 m<sup>2</sup> (0.17 % del sistema ambiental) corresponde a vegetación secundaria de matorral costero, la cual se conforma de especies de duna costera, así como de especies propias de selva mediana subperenifolia y transiciones de estos dos ambientes que se distribuyen en la zona en forma de parches aislados ya que se localizan en lotes baldíos, en las colindancias de los predios existentes con el Mar Caribe así como remanentes de vegetación original dentro del campo de golf. La continuidad en la distribución de este tipo de vegetación se encuentra fragmentada por la infraestructura antes mencionada. Mientras que una superficie de 4,441.73 m<sup>2</sup> (0.03 % del sistema ambiental) corresponde a vegetación de manglar en remanentes pequeños, aislados, muy puntuales localizados dentro del campo de golf y corresponden a algunos ejemplares de una sola especie de este tipo de vegetación; el mangle botoncillo.

### **2.1.2 Zona Marina.**

En relación a las coberturas de la porción marina del Sistema Ambiental, una superficie de 8, 934,857.84 m<sup>2</sup> (58.50 % del sistema ambiental) corresponde a arenales, esto es, un fondo marino carente de vegetación, con sedimentos de arena fina característica del Mar Caribe. Esta cobertura se presenta en la porción marina del Sistema Ambiental en dos lugares diferentes; por una parte en una franja localizada de la pleamar hacia mar adentro (ancho promedio de 32 m), la cual presenta una modificación media debido a la presión que recibe por el uso de las playas por parte de los visitantes a lo largo del año, y por otra parte se presenta en el fondo marino localizado aproximadamente a 600 de la línea de costa, fuera de la influencia de los procesos que suceden tanto naturalmente como antropológicamente en ella, lo que le confiere una modificación baja.

La siguiente cobertura en importancia de extensión (5, 685,854.49 m<sup>2</sup>, 37.23 % del sistema ambiental) corresponde a los pastizales (pastos marinos). Esta cobertura presenta una modificación baja, ya que la comunidad que forman las poblaciones de pastos marinos se observa continua, homogénea, sin fragmentaciones, salvo en las interacciones con los arenales. Mientras que se registraron 1,287.67 m<sup>2</sup> de áreas con infraestructura.

## 2.2. ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio definida para la caracterización biótica y batimétrica del proyecto, corresponde a un polígono semi rectangular que sigue el contorno natural de la morfología de la línea de costa, la cual cierra el polígono, conformando así un área de 14,775.02 m<sup>2</sup> (Figura 3).

El polígono del área de estudio presenta dos ambientes bien definidos y diferenciados por un borde o escalón de aproximadamente 30 cm de altura, el cual marca la división de estos ambientes: arenal con rocas aisladas y pastizal. Partiendo de la línea de pleamar, se observa una franja de ancho variable la cual corresponde a un fondo arenoso con afloraciones rocosas aisladas sin vegetación. Contiguo a este ambiente, conformando el resto del polígono se encuentra un fondo cubierto en su totalidad por pastizales, mismos que se conforman principalmente por asociaciones de las especies *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*. En el siguiente cuadro y figura se indican las extensiones que presentan las superficies que ocupan cada uno de estos dos ambientes en el área de estudio.

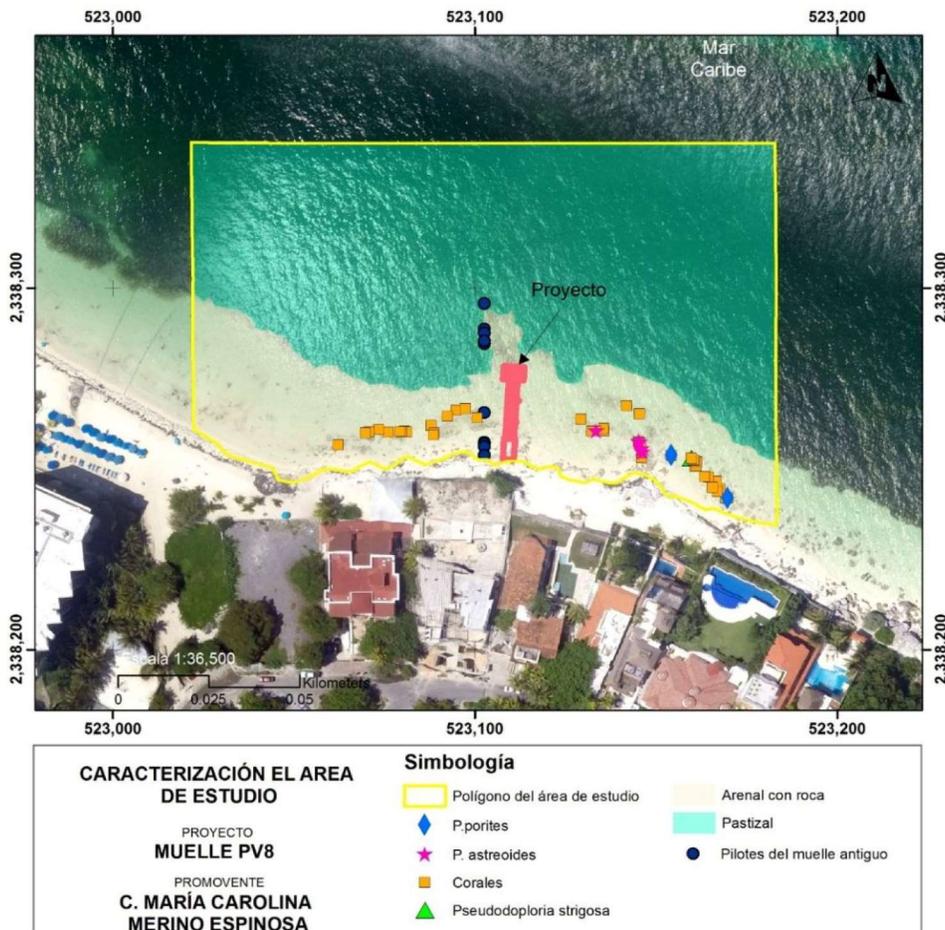


Figura 3. Mapa de ambientes marinos presentes en el área de estudio marino del proyecto Muelle PV8.

Cuadro 2. Superficies y porcentajes de cobertura por tipo de fondos marinos que presenta el área de estudio.

<b>Tipo de Fondo</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>Fracción (%)</b>
Arenal	4,643.62	0.46	31.43
Pastizal	10,131.40	1.01	68.57
<b>Total</b>	<b>14,775.02</b>	<b>1.48</b>	<b>100</b>

### 3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

El proyecto Muelle PV8 pretende construir un muelle rústico de madera dura de la región, el cual será utilizado para el atracado de embarcaciones menores de pequeño calado de uso particular de la propietaria del predio colindante, que corresponde al lote número 8, calle Pez Volador, Sección C, de la Zona Hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Con la implementación del proyecto se generarán beneficios socioeconómicos en la región con la creación de empleos.

Para la planeación y diseño del muelle rústico de madera fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, oceanógrafos, y arquitectos), quienes determinaron a través de diversos estudios (hidrográficos, diseño del proyecto, análisis retrospectivo de la zona, caracterización de flora y fauna, entre otros), diseñar la mejor propuesta para la construcción del muelle.

Para determinar el diseño que permitiera alcanzar de la mejor manera este objetivo se analizaron cuidadosamente varias opciones constructivas, considerando combinaciones de elementos paralelos, perpendiculares y angulados con respecto a la línea de costa, así como en diferentes elevaciones y materiales. Uno de los factores que se consideraron es el hecho de que en el sitio donde se pretende construir el proyecto, existía un muelle rústico que fue construido desde el año 1987, no obstante tras el paso del Huracán Wilma en el año 2005, éste fue destruido.

Para determinar el sitio adecuado y las mejores características de construcción del muelle se consideraron los siguientes requisitos:

- El sitio se ubique en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre colindante con el Lote número 8, Calle Pez Volador, Manzana 35, de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, por ser éste propiedad del promovente del presente proyecto.
- El fondo marino del sitio de desplante del proyecto carezca de pastos marinos u otros organismos, para evitar su afectación.
- La construcción y operación del muelle no afecte a la vida marina.
- El diseño y dimensiones del muelle no interfiera con los procesos costeros que se presentan de manera natural en el sitio, como son oleaje incidente y transporte de litoral.
- El proyecto cumpla con la normatividad ambiental vigente aplicable.
- Los materiales con los que se construirá el muelle no liberen sustancias tóxicas al ambiente durante su construcción, así como tampoco durante su operación.
- Las técnicas empleadas en el proceso de construcción no afecten significativamente al ambiente.

#### 4. IMPACTOS POTENCIALES

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 11 factores ambientales, así mismo se identificaron 15 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del “Muelle PV8”.

De los 15 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 13 son negativos y 2 son positivos.

##### Impactos durante la etapa de preparación del sitio

Es importante reiterar, que el proyecto consiste en la construcción de un muelle rústico en forma de T, el cual será utilizado para el atraque de embarcaciones de calado menor para uso privado del propietario del lote 8 al lote aledaño al área del muelle. Este muelle se ubicará en la zona marina y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) colindante al Lote número 8, calle Pez Volador, Manzana 35, de la zona hotelera de la ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. El muelle está dividido en tres secciones, la primera corresponde a la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle; seguida de la pasarela principal, y el travesaño que da forma de T al muelle. La plataforma de madera que conforma el arranque tendrá una superficie de 17.40 m<sup>2</sup>, esta estructura será construida con madera y será piloteada para que haya un espacio entre el suelo natural y la estructura de madera. La pasarela principal tendrá un ancho de 2.40 m y una longitud de 16.40 m el cual inicia después de la plataforma de madera que conforma el arranque de muelle hasta su bifurcación. El travesaño que da la forma de T, tiene un ancho de 3.60 m y un largo de 5.70 m. En total, la estructura del muelle tendrá una superficie de 77.28 m<sup>2</sup>.

Los impactos que pudieran generarse en esta etapa están relacionados principalmente por la afectación de fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, corales, moluscos, y esponjas que se encuentren dentro del área de maniobra, los cuales serán reubicados en sitios adyacentes a la zona de trabajo con características similares. 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.

Las actividades de rescate 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 de Manejo de Residuos y Líquidos anexo a la presente MIA-P.

### Impactos durante la etapa de construcción

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 generarán residuos sólidos tales como restos de madera, alambres y clavos; así como también se generarán 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. También se prevé la generación de botes vacíos y estopas impregnadas con pegamento derivadas de las actividades de instalación eléctrica.

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

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 y en sí por su operación.

De la misma forma, se considera que durante esta etapa se podría afectar el fondo marino por el anclaje de las embarcaciones y 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 pérdida de suelo en la zona del arranque de muelle, así como la modificación de las corrientes por la presencia del muelle. También las personas estarán expuestas a los fenómenos meteorológicos.

El impacto benéfico que se dará en la operación del muelle, está relacionado con la generación de un nuevo hábitat para los organismos bentónicos y organismos arrecifales que colonizarán los pilotes.

## 5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental del sitio en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

De esta forma, se identificaron los siguientes procesos críticos y determinantes en la evolución de los escenarios ambientales a corto, mediano y largo plazo en el área de estudio:

- a) Estado de conservación actual de los ecosistemas.
- b) Resiliencia y fragilidad de los ecosistemas.
- c) Frecuencia e intensidad de tormentas tropicales y huracanes.
- d) Tendencia del crecimiento urbano y el desarrollo turístico.
- e) Vías de comunicación.
- f) Capacidad de las autoridades para absorber la demanda de servicios.
- g) Desarrollo económico.
- h) Factores no predecibles.
- i) Problemática del área de estudio.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS

Con base en la información obtenida a partir del Sistema Ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el área del proyecto en particular (zona marina y ZOFEMAT) y para el sistema ambiental considerando:

- Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2. Con el desarrollo del proyecto, sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Escenario 3. Con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación propuestas.



Cuadro 3. Pronóstico de los 3 posibles escenarios: sin proyecto, con proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y compensación propuestas.

Atributo Ambiental	Escenario 1 (sin proyecto)	Escenario 2 (con proyecto sin compensación)
<p><b>Estado de Conservación de los Ecosistemas</b></p>	<p>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 totalmente urbano.</p> <p>Los principales cambios en la zona son la fragmentación y deforestación principalmente de 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.</p> <p>El área marina donde se pretende construir el proyecto, corresponde a la Laguna Arrecifal, en donde se forma un pastizal extenso separado de la línea de costa por una franja de arena de sedimento fino. El polígono que se definió como área de estudio para la caracterización biótica del proyecto incluye una parte de este pastizal y toda la franja de arena que bordea la playa. Este tipo de ambientes por naturaleza son someros y bastante homogéneos, tanto en la parte del pastizal como en los arenales; en donde la ausencia de sustrato rocoso provoca una baja presencia de especies marinas, principalmente por la ausencia de refugios.</p> <p>El escenario esperado a presentarse en el sistema ambiental del proyecto al paso del tiempo, sin la implementación del proyecto es que las condiciones antes mencionadas continúen y permanezcan similares a las actuales.</p>	<p>Se llevaría a cabo un estudio de impacto ambiental y medidas de mitigación y compensación ecológicas en el área de estudio. El Ordenamiento Territorial Municipal como tampoco el Reglamento Municipal Marino y Reglamentación de Actividades Turísticas.</p> <p>El proyecto no afectará a la zona tanto se perdieron los ecosistemas se registren en el área de estudio.</p> <p>No se aplicarán medidas de mitigación y compensación de combustibles y aceites, afectaciones por derrames de combustibles y aceites.</p> <p>Se generaría un impacto ambiental adecuado por el uso de materiales que podrían dispersarse y los residuos se acumularían agravando los impactos ambientales.</p> <p>En caso de derrames de combustibles en el predio colindante a la zona de estudio las sustancias volátiles características de los combustibles.</p> <p>La falta de saneamiento ambiental, aire libre y contaminación por los residuos ocasionados por la construcción de medidas de protección de sedimentos y el crecimiento de las afectaciones ambientales.</p> <p>Las embarcaciones que arrojan residuos de mar a la biota.</p>
<p><b>Suelo</b></p>	<p>Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc).</p> <p>Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados,</p>	<p>Se realizaría un estudio de impacto ambiental y medidas de mitigación y compensación de sólidos y líquidos que ocasionar la contaminación del suelo y su cobertura.</p> <p>Se realizaría un estudio de impacto ambiental y medidas de mitigación y compensación de sólidos y líquidos que ocasionar la contaminación del suelo y su cobertura.</p>



	<p>relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma.</p> <p>La zona terrestre donde se dará inicio al arranque de muelle, corresponde a un playa estrecha con sustrato arenoso y con rocas expuestas, producto de los procesos erosivos que se han dado en la zona tras el paso del Huracán Wilma en el 2005.</p> <p>Esta zona 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>Sin el proyecto, continuarán los procesos erosivos que se dan en la zona, lo que derivará en la pérdida de la duna costera y playa que aún se mantienen.</p>	<p>Se llevaría a ocupando un materiales.</p>
<b>Agua</b>	<p>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:</p> <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>Sin el proyecto, los flujos superficiales del agua se mantendrán y continuará el flujo que existe actualmente y su circulación hacia el mar y viceversa.</p>	<p>Se realizaría residuos líquidos lo cual podría ser subterránea.</p> <p>La contaminación de aguas residuales.</p> <p>Se realizaría motosierras y medidas necesarias para evitar la infiltración de agua que podría provocar su posible contaminación.</p>
<b>Aire</b>	<p>El Municipio de Benito Juárez a la fecha no presenta problemas de mala calidad del aire por la presencia de gases o partículas contaminantes, ya que las fuentes que generan este tipo de gases no son muy abundantes. Así mismo, la condición de planicie costera del municipio propicia una rápida dispersión de estas sustancias en la atmósfera por el efecto del viento, por lo que no se registran concentraciones en algún punto dado.</p> <p>En el sistema ambiental existen fuentes de ruido constante, tales como el tránsito de vehículos en el Boulevard Kukulcán y el que genera las áreas de servicio de los desarrollos turísticos (plantas de tratamiento, generadores de energía, equipos de aire acondicionado, entre otros).</p>	<p>Se utilizarían equipos con mayores emisiones.</p> <p>No se respetarían normas que perturbaría a...</p>

**Sin medidas** de mitigación, se llevaría a cabo el fecalismo al aire libre y provocando la proliferación de fauna nociva y contaminación del suelo.

**Con medidas.** Se utilizará un sanitario portátil para el uso de los trabajadores, el cual recibirá limpieza periódica y se dispondrán



**Sin medidas** de mitigación, los trabajadores no recibirían orientación ambiental y se realizaría un manejo inadecuado de los residuos en el proyecto ocasionando su dispersión en el predio y posible contaminación al suelo, al agua y a la zona marina.

**Con medidas,** el proyecto implementará pláticas para la disposición adecuada de los residuos en el sitio reforzadas por la impartición de pláticas de educación ambiental en las que se resaltarán temas sobre la conservación de flora y fauna, y manejo de residuos.



Atributo Ambiental	Escenario 1 (sin proyecto)	Escenario 2 (con proyecto)
<b>Fondo marino</b>	<p>El área de estudio corresponde a una pequeña porción de la plataforma marina que tiene una pendiente que llega hasta los 2.5 m de profundidad. Se diferencian dos áreas, una con arena y roca y la otra cubierta con pastos y algas.</p> <p>La primera sección corresponde a una franja de arena fina y suelta característica del Mar caribe donde se encuentran expuestas secciones de laja que han sido ocupadas por pequeñas especies bentónicas. 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. Esta franja de arena tiene en promedio 32 m de amplitud. Las rocas de mayor talla se encuentran básicamente en los primeros 15 m desde la línea de costa.</p> <p>Continuando hacia mar abierto se encuentra un borde “escalón” que marca el límite entre la franja de arena-roca y la franja de pastos algas. El borde tiene en promedio 35 cm de altura con respecto a la zona de arena-roca.</p> <p>La sección de pastos-algas es una franja muy densa de vegetación marina donde los elementos dominantes son <i>Syringodium filiforme</i> y <i>Thalassia testudinum</i> con alturas de hasta 40 cm en sus folios.</p> <p>En el área de estudio se registraron 26 especies de vegetación acuática, incluyendo 12 especies de Chlorophytas o algas verdes, 1 especie de Phaeophyta o algas cafés y 10 especies de Rhodophytas o algas rojas y 1 especie de algas Cyanophytas o verde-azul. Adicionalmente 2 especies del grupo de los pastos marinos. De estas especies de algas marinas identificadas, 13 se registraron en la zona de arena-roca y 24 se registraron en la zona de pastos-algas. No se registró ninguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Sin el proyecto, las condiciones del fondo marino se mantendrían con la distribución de arenales y roca suelta en una sección y la otra cubierta con pastos y algas. Ante un evento meteorológico se podrían exponer más rocas o por los eventos erosivos que se dan en la zona.</p>	<p>Se ocuparía una parte de la construcción para la zona de arena-roca.</p> <p>Se realizaría una zona de sustratos rocosos para la zona de pastos-algas.</p> <p>Los pilotes de la zona de arena-roca se mantendrían en el fondo marino sin realizar modificaciones.</p> <p>Las embarcaciones se mantendrían en zonas con sustratos rocosos.</p>
<b>Agua de mar</b>	<p>El área 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.</p> <p>El sistema de corrientes del Sistema ambiental y de su zona de influencia es complejo ya que se generan a partir de la bifurcación de la corriente principal que pasa frente a la Zona Hotelera de Cancún (Corriente de Yucatán). Una de sus ramas toma la dirección Noroeste al penetrar en la Bahía de Mujeres. Otra rama sigue su dirección al</p>	<p>Las actividades recreativas se realizarían sin utilizar maquinaria pesada que resuspenda sedimentos sobre los arrecifes provocando su degradación.</p> <p>Se provocaría una zona de resuspensión de sedimentos peligrosos.</p> <p>Se construiría una zona de protección de las corrientes marinas.</p>



	<p>Norte pasando por “fuera” de Isla Mujeres. Ambas ramas alcanzan velocidades suficientes para arrastrar el sedimento continuamente hacia el Norte traspasando los límites de Isla Mujeres donde generan grandes depósitos de arena, como es el caso de las dunas submarinas llamadas Mega Rizaduras adelante de Punta Sam y el banco La Ollita frente a Isla Blanca. La rama de la corriente que penetra a la Bahía de Mujeres tiene un espectro de velocidades y direcciones que varían al continuar recorriendo la bahía. Existen corrientes de retorno que circulan de Noroeste a Sureste del SA y se potencializan con la presencia de Nortes y son una de las causas de que en la zona se den procesos erosivos y pérdidas de playa.</p> <p>Por otra parte, en cuanto a la calidad del agua, el programa “Playas Limpias” de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales reporta que durante el periodo julio-agosto de 2016, que la calidad bacteriológica del agua de mar de la localidad conocida como Playa Langosta es “Apta” en función de contener un NMP/100 ml no mayor a 200 . Esta playa pública se localiza a aproximadamente 1,030 m del sitio del proyecto.</p> <p>Sin el proyecto, en la zona marina continuará la afluencia de turistas, que originan la resuspensión de los sedimentos, y se mantendrá la dispersión de residuos sólidos. Las corrientes existentes provocarán las</p>	
<b>Fauna marina</b>	<p>De acuerdo con la caracterización realizada, en el área de estudio del proyecto, se registraron 7 especies de coral, 19 de peces, 3 de moluscos, 3 de equinodermos, 1 de esponja, 1 de crustáceo, 2 de anémonas, y 3 de falsos corales.</p> <p>De las especies registradas, ninguna de ellas se encontró enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Actualmente es posible observar que los restos del muelle de madera que existía en el sitio, particularmente lo que fueron los pilotes, se encuentran colonizados casi en su totalidad por formas de vida marina.</p> <p>Las especies de coral registradas de manera dispersa en la zona de arena-roca corresponden a <i>Siderastrea siderea</i> y <i>Siderastrea sp</i> y son especies que se han adaptado a las condiciones de perturbación de las personas y resuspensión de sedimentos constante que hay en el sitio.</p> <p>En caso de no realizarse la construcción del muelle rústico de madera, se esperaría que el sitio mantenga el grado actual de conservación.</p>	<p>Durante la co daños a los or marino, o bien</p> <p>No se realiza registren en abundancia.</p> <p>Durante las a sobre las esp muerte registr</p> <p>Se extraerían naturales del a</p> <p>Se realizaría comercializaci</p>



**Con medidas**, se realizará el rescate de organismos bentónicos de las áreas de aprovechamiento en la zona marina, con el fin de aminorar el impacto sobre los mismos.

**Sin medidas** de mitigación, no se realizaría el rescate de los organismos marinos, afectando su abundancia.



**Con medidas**, 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.

**Sin medidas** de mitigación, el arranque de muelle se construiría sin pilotear, lo que podría modificar la dinámica de transporte de sedimentos y las corrientes.



Atributo Ambiental	Escenario 1 (Sin Proyecto)	Escenario de compensación
<b>Residuos</b>	<p>En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 Kg/persona/día.</p> <p>En el sitio es posible observar residuos dispersos en la playa, tanto en la arena como en el agua, los cuales son ajenos al proyecto.</p> <p>Sin el proyecto, se seguirán observando residuos dispersos en la playa y en la zona marina, los cuales podrían causar modificaciones en la calidad del agua y afecta a la biota marina.</p>	<p>Se realizaría un estudio de suelos para determinar las características físicas y químicas de los suelos sobre el suelo natural.</p> <p>No se contarán los residuos que se encuentren en el sitio, los residuos, los residuos peligrosos y los residuos sólidos.</p> <p>Los residuos sólidos serán gestionados en una zona autorizada en el sitio de relleno sanitario de disposición final.</p>
<b>Transporte y flujo de tráfico</b>	<p>Actualmente existe en el Sistema Ambiental el servicio de transporte público, tanto colectivo como individual, el cual es ampliamente utilizado y se encuentra bien establecido, mismo que emplea el Boulevard Kukulcán de la Zona Hotelera como vía principal de circulación.</p> <p>Esta vialidad es de tráfico continuo, debido a que es la única vía de ingreso y egreso a la Zona Hotelera, y es el punto de acceso al predio a partir del cual se conecta con el área marina y Zona Federal Marítimo Terrestre donde se colocaría el muelle rústico. En la zona marina, el flujo de embarcaciones es poco pero constante.</p> <p>Sin el proyecto, el flujo de vehículos y de embarcaciones se mantendrá.</p>	<p>Los vehículos que se encuentren en el sitio serán gestionados a mayor velocidad.</p> <p>Las embarcaciones serán gestionadas de acuerdo a las normas permitidas, afectando el sitio.</p>
<b>Salud humana</b>	<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 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. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a riesgos inherentes</p>	<p>Las actividades que se realicen en el sitio serán gestionadas de acuerdo a las normas adecuadas para evitar los impactos de huracán o tormentas.</p> <p>El manejo de los residuos sólidos provocará la contaminación del sitio y el incendio.</p> <p>Los trabajadores que se encuentren en el sitio serán gestionados de acuerdo a las normas personal, teniendo en cuenta los riesgos inherentes.</p> <p>No se contarán los residuos que se encuentren en el sitio, los residuos, los residuos peligrosos y los residuos sólidos.</p>



	<p>asociados a éstos, sin embargo tomando las medidas correspondientes es posible minimizar los riesgos de forma considerable.</p>	<p>No se contaría está herido, lo</p>
<p>Paisaje</p>	<p>El paisaje de la porción terrestre del Sistema Ambiental está conformado principalmente por la infraestructura de la zona hotelera de Cancún, misma que está conformada por hoteles de diferentes categorías, comercios y vialidades. Así como algunos elementos naturales como la vegetación secundaria de matorral costero y vegetación de manglar. Mientras que el área marina desde la superficie, se observa como una sola unidad ambiental cuyo valor escénico se conjuga con los diferentes contrastes de azules turquesa que forman los blanquizales (arenales) y pastizales, siendo esta particularidad el factor más importante que ha impulsado el desarrollo de la región.</p> <p>El fondo marino del Sistema Ambiental, está representado por dos ambientes que corresponde al pastizal y al arenal, así como por una gran variedad de organismos bentónicos, coralinos, y peces; los cuales solo pueden ser observados por aquellos que realizan actividades de snorkel y buceo. Desde la superficie solo se pueden observar los contrastes de los azules turquesas que genera los pastizales y los arenales, otros elementos que se pueden observar en la superficie del área marina son poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.</p> <p>El escenario donde se pretende construir el muelle del proyecto, es visible para los espectadores, desde la zona este donde se encuentra la playa publica denominada Playa Langosta.</p> <p>Sin el proyecto, el paisaje se observa como una zona urbanizada con marinas y muelles, con algunos parches de vegetación.</p>	<p>Las actividades apariencia por desorden.</p> <p>Las afectaciones equipos, disposición de sustancias</p> <p>La acumulación mal aspecto y</p> <p>Una vez que residuos que aspecto.</p>
<p>Economía</p>	<p>La Ciudad de Cancún no es un puerto, pero en ella se realizan actividades marítimo-portuarias en diferentes puntos de su litoral costero y lagunar, entre los que se encuentran los siguientes: Blue Water (Bahía de Mujeres), Carlos &amp; Charlies (Laguna Nichupté), Marina Mundo Marino (Caribe), Marina Aqua Tour (Laguna Nichupté), Terminal para tenders (Caribe), Marina Las Perlas (Laguna Nichupté), Foturin, muelles, plataformas y delfinarios, Marina Hacienda del Mar (1.5 Km Carretera Puerto Juárez-Punta Sam).</p> <p>En el sistema ambiental se registran un poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.</p>	<p>El proyecto s mitigación u funcionamiento economía e in Cancún.</p>

## 7. CONCLUSIONES.

El proyecto “Muelle PV8”, consiste en la construcción y operación de un muelle rústico de madera en forma de T, el cual será utilizado para el atraque de embarcaciones menores de pequeño calado de uso privado del propietario del lote 8 colindante.

El proyecto ha sido concebido de tal manera que la selección del sitio de desplante, las técnicas y materiales que se emplearán durante su construcción, sus dimensiones y tipo construcción, el giro que tendrá durante su etapa de operación, así como las medidas de prevención mitigación y compensación propuestas, son las más adecuadas ambientalmente para un proyecto de su tipo.

El proyecto no contraviene a los diferentes ordenamientos jurídicos ambientales que le son aplicables como se ha analizado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y sus programas. De igual forma, el proyecto no causará impactos significativos al ambiente, ni causará desequilibrios ecológicos o comprometerá los recursos naturales del sitio donde se insertará, además que con su implementación se generarán empleos en la región.

En el presente documento se ha descrito la forma en la que el proyecto dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apegarse a las estrategias de protección del sistema ambiental regional, además que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, para lo cual se propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.

Con fundamento en lo anteriormente expuesto, se considera que el proyecto “Muelle PV8” es viable ambientalmente y cuenta con el sustento técnico y legal suficiente para su autorización.

## **CAPÍTULO VIII**

# **IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

**INDICE**

<b>1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SA.....</b>	<b>3</b>
1.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	3
1.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SA.....	3
1.3. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA TERRESTRE DEL SA.....	3
1.4. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA MARINA DEL SA.....	4
1.5. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE DEL SA.....	4
1.6. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA MARINA DEL SA.....	4
<b>2. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>4</b>
2.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR (PROSPECCIÓN Y FOTOINTERPRETACIÓN).....	4
2.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.2.1. Método de muestreo por grupo biológico.....	7
<b>3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....</b>	<b>12</b>
3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.....	13
3.2. IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO:.....	14
3.3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADO.....	15
<b>4. REFERENCIAS.....</b>	<b>20</b>

## 1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL SA.

### 1.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales.

El SA definido para el proyecto **Muelle VP8**, se determinó a partir de las unidades del paisaje, discontinuidades naturales o artificiales de la vegetación; ecosistemas acuáticos y límites establecidos por los decretos de las áreas naturales protegidas que en el caso del SA del proyecto corresponde al Área Natural Protegida conocida como Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Conforme a lo anterior, a continuación se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Al norte, con referencia al Límite Norte del polígono de Punta Cancún que forma parte del ANP Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.
- Al sur, Boulevard Kukulcán.
- Al oeste, con el canal del Puente Calinda.
- Al este, con el polígono de Punta Cancún del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

### 1.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SA.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto Muelle VP8 se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo y prospección marina. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

### 1.3. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA TERRESTRE DEL SA.

Para caracterizar la vegetación del SA primeramente se consultó la carta de vegetación y uso de suelo Serie V del INEGI, la cual muestra dos unidades ambientales en el sitio. Posteriormente se consultó la caracterización del POEL para el municipio de Benito Juárez (2011), encontrándose que ésta presentó mayor detalle de la vegetación y los usos de suelo. Ahora bien, a partir de un mosaico fotogramétrico construido expresamente para este estudio con imágenes satelitales de fecha mayo 2016, obtenidas del programa Google Earth Pro las cuales fueron georreferenciadas mediante ortofotos

digitales adquiridas en el INEGI; se realizó la rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.2, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Con esto se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el SA, el cual presenta un mayor detalle con relación con la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI y el mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con visitas de campo. Asimismo, con las mismas imágenes de Google Earth Pro, se realizó la caracterización del fondo marino del Sistema Ambiental.

#### **1.4. CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA MARINA DEL SA.**

La caracterización de la vegetación marina se realizó consultando el Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, a partir del cual se obtuvo una descripción de los componentes marinos, particularmente respecto al tipo de fondo marino.

#### **1.5. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE DEL SA.**

La caracterización de fauna del Sistema Ambiental se realizó consultando la Caracterización de la modificación del POEL del municipio Benito Juárez (2011), la caracterización de fauna realizada para el desarrollo Alisios Residencial Cancún (2008), y el estudio realizado para el proyecto Hotel Dorado Cancún, ubicado en la SM 8 Lote 1 de la zona urbana Cancún, en el Municipio de Benito Juárez.

#### **1.6. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA MARINA DEL SA.**

La caracterización de fauna marina del Sistema Ambiental se realizó consultando la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular de los proyectos “Recuperación de Playa en Concesión de ZOFEMAT número DGZF-295/03”, y “Mejoramiento de las Playas de los Hoteles Riu Palace Las Américas y Riu Cancún”.

## **2. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

### **2.1. INFORMACIÓN PRELIMINAR (PROSPECCIÓN Y FOTOINTERPRETACIÓN).**

Como primera aproximación al área de estudio se realizó una consulta a la plataforma del programa Google Earth Pro, donde se localizó la posible área de desplante del proyecto pretendido para analizar los componentes paisajísticos del sitio y sus alrededores, a partir del cual se hizo una prospección que permitió generar las bases geográficas preliminares para la realización de un ortofotomosaico de elaboración propia elaborado exprofeso para el presente proyecto.

Una vez obtenida la base geográfica, se diseñó un sobrevuelo con el empleo del software Mission Planner®, a partir del cual se generó una misión de vuelo que fue

exportada a un vehículo aéreo no tripulado (VANT) comúnmente conocido como dron, en este caso un modelo “Solo” de la marca 3D Robotics®.

El sobrevuelo se realizó durante el mes de julio de 2016, empleando para ello una cámara fotográfica marca GoPro® modelo Hero3 Black Edition de 12 megapíxeles de resolución. Una vez concluida la misión en campo, se exportó el levantamiento fotográfico obtenido a una computadora marca Dell® modelo Precisión T7610 equipada con el software Pix 4D® mediante el cual se generó el ortofotomosaico del proyecto.

Una vez obtenida la serie de imágenes unidas y calibradas se procedió a analizarla mediante un Sistema de Información Geográfica ArcGis 10.1.

Con el pre análisis de la imagen se definieron los límites y extensiones más evidentes de los diferentes tipos de vegetación, tipo de fondos marinos, así como distribución de la infraestructura presente en el sitio, mismos que permitieron planear el trabajo de campo para desarrollar una caracterización ambiental con gran precisión.

## **2.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

Para cumplir con los objetivos planteados, el día 21 de julio del 2016 se llevó a cabo la prospección del sitio con la intención de reconocer las condiciones predominantes, y poder definir un área de estudio en función de la propuesta de ubicar el muelle rústico en el área. Con base en un análisis preliminar de imágenes históricas se pudo determinar que en el área de recorrido hubo en años previos un muelle rústico de madera que fue derruido por el impacto del huracán Wilma en el año 2005.

Como parte de la prospección se hicieron recorridos con la ayuda de un GPS (Marca Garmin modelo GPS maps 76S) abarcando algunas áreas de interés particular, incluyendo en ellas los sitios donde se tenía registro de la presencia del muelle, situación que fue evidenciada por la identificación en el sitio de restos de pilotes que formaban parte de dicha infraestructura.

De la prospección realizada se pudo constatar la condición principal del fondo marino, detectar la presencia y realizar el registro de los postes que formaron parte de la estructura del antiguo muelle.

Durante el recorrido se realizó un registro fotográfico de los diferentes organismos presentes en los postes. Además se realizó un recorrido en forma de zig-zag en las zonas aledañas a los postes. Se planteó un polígono con base al recorrido, el cuál conformó el área de estudio. Se utilizaron tres cámaras digitales sumergibles de la marca NIKON modelo COOLPIX AW120 y marca FUJIFILM modelos FinePix XP80 para el registro fotográfico.

Con base en los resultados de la prospección, se observaron e identificaron dos diferentes tipos de fondos bien diferenciados en el sitio, mismos que correspondieron básicamente a una sección de arenal con rocas sueltas aisladas y una sección

dominada por la presencia de asociaciones de pastos marinos y algas. A partir de esta información se diseñó un muestreo que incluyó el realizar 8 (ocho) transectos perpendiculares a la línea de costa, (4 por cada tipo de fondo) (Figura 1), con las siguientes características (Cuadro 1).



Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo.

Cuadro 1. Relación de área de muestreo por grupo biológico y zona del área de estudio.

Sección del área de estudio.	Transecto (25 m lineales c/u)	Cuadrantes para Algas de (0.25 m <sup>2</sup> )	Superficie muestreada (m <sup>2</sup> )				
			Algas	Corales		Peces	Otros grupos
				Duros	Blandos		
<b>Arena-roca</b>	4	20	5	50	100	200	100
<b>Pastos algas</b>	4	20	5	50	100	200	100
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>200</b>

La caracterización biológica de la zona marina se hizo colocando líneas (transectos) de 25 metros perpendiculares a la línea de costa (Loya, 1972; Porter, 1972).

En cada línea se registraron datos sobre las especies y abundancia de vegetación marina (algas y pastos), corales duros y corales blandos y peces, entre otros grupos de fauna bentónica marina (moluscos y equinodermos). La identificación de las especies

de estos grupos biológicos se realizó *in situ* por lo que no se realizó ningún tipo de colecta que pueda causar impacto ambiental.

### **2.2.1. Método de muestreo por grupo biológico.**

Para caracterizar la zona marina de influencia del proyecto se consideró por su relevante función, la vegetación acuática (algas y pastos) como principal productor primario, los corales duros como constructores arrecifales primarios, los corales blandos como constructores arrecifales secundarios y los peces marinos por su papel fundamental dentro de las redes tróficas. De estos cuatro taxa, 4 son grupos bentónicos o que se distribuyen en el fondo marino: algas, pastos, corales duros y corales blandos. El otro grupo lo forma la fauna nectónica que es la que se encuentra en la columna de agua, esto es, los peces.

#### **Algas y Pastos**

Para el registro de especies de vegetación acuática y su cobertura, se colocó junto a cada línea de 25 m un cuadrante de PVC de 0.5 m por lado, subdividido en cuadros de 5 cm por lado.

Cada cuadrante se colocó cinco veces a lo largo de la línea, cada cuatro metros, contabilizando el número de cuadros de 5 cm ocupados por especies de algas y pastos. Con la información obtenida se estimó por zona, la riqueza de especies y la cobertura de algas y pastos, particularizando en la cobertura por grupos taxonómicos (Cyanobacteria o algas verde-azules, Chlorophyta o algas verdes, Rhodophyta o algas rojas, Phaeophyta o algas cafés y Magnoliophyta o pastos marinos).

#### **Corales duros**

En cada línea de 25 m se registraron las colonias de coral duro tocadas por el transecto. Por colonia de coral duro se anotó información de la especie, porcentaje de cobertura de tejido vivo y tejido muerto, y condición con respecto a la presencia de enfermedades, blanqueamiento, epibiontes y necrosis. Esto de acuerdo a un protocolo de evaluación arrecifal rápida para el Atlántico y el Golfo (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment o AGRRA por sus siglas en inglés) que define que para la condición de mortalidad, se distingue entre reciente y antigua. Mortalidad reciente se define como cualquier parte no viva del coral en el cual las estructuras de pólipos están blancas, ya sea aún intactas, o cubiertas por una capa delgada de algas filamentosas o sedimentos. Mortalidad antigua se entiende como cualquier parte no viva del coral en la que los pólipos han desaparecido o están cubiertos por organismos que no se eliminan fácilmente, como ciertas algas e invertebrados.

Otras condiciones que se pueden registrar en las colonias de coral son:

- Necrosis, cuando el tejido coralino está degradado, es una mortalidad parcial por causas desconocidas.



- Mordidas, cuando se aprecia la forma y marcas de dientes, comunes son las mordidas de peces loros de los géneros *Scarus* y *Sparisoma*.

Con la información obtenida de corales duros se estimó, por zona caracterizada, la riqueza de especies, cobertura de tejido coralino vivo, densidad de colonias por metro cuadrado y condición de las colonias.

Adicionalmente se realizó un levantamiento de todos los ejemplares de corales observados en un recorrido paralelo a la línea de costa. En la zona donde se detectó la presencia de estos durante el muestreo y la prospección registrándolo en la superficie con un GPS, mientras que fueron medidos en sus dimensiones.

### **Corales blandos**

Las colonias de coral blando se registraron 0.5 metros a cada lado de la línea de 25 m.

Se registró el nombre de la especie de coral blando, número de colonias por especie y condición de las colonias con respecto a la presencia de mortalidad, Aspergillosis, epibiosis o crecimiento de otros organismos, condición de la fronda y presencia de organismos depredadores.

### **Peces**

Por cada línea de 25 m se contaron los peces observados a un metro de distancia de cada lado de la línea y en la columna de agua (Brock, 1954), estimando el número de peces por especie. Los muestreos visuales de peces fueron los primeros en realizarse para evitar que los peces huyeran al acercarse otras personas y esto afectara la toma de datos.

Con la información obtenida por zona, se estimó la riqueza de especies de peces asociadas a los diferentes tipos de fondos.

### **Identificación de ejemplares**

La identificación de las especies de peces, corales y vegetación acuática fue realizada *in situ*. Para confirmar la identificación de algunas de estas especies fueron tomadas fotografías que se revisaron con las guías de identificación de la colección "Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature" de Humann (1994), "Caribbean Reef Plants" de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces "Fish Base" (<http://www.fishbase.org/>).

No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.

## Análisis de resultados

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad marina que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

### Riqueza Específica

Es el número de especies que conforman la comunidad de cada grupo en una determinada área y se define con la letra “S”.

### Índice de Diversidad

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie. Para medir la diversidad en la comunidad marina motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula estadística:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i$$

Dónde:

**S**= Riqueza específica de la comunidad.

**pi**= Proporción de individuos de la especie *i* en la comunidad = Número de individuos de la especie “X” / Número total de individuos.

### Equitabilidad

La equitabilidad toma valores entre 0 y 1 y compara los valores de diversidad observados y la diversidad máxima, que es un supuesto que implica que todas las especies tengan un mismo número de individuos. La Equitabilidad se estima mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{D}{D_{max}}$$

Donde:

D=Diversidad y

D max es la diversidad máxima.

### Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Sin embargo, bajo algunas

circunstancias donde las formas de crecimiento no permiten contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente debido a que se encuentran en forma de colonias como el caso de los corales o que presentan formas de vida rastreras como los pastos marinos y algunas algas marinas, que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterradas bajo el suelo arenoso, también puede medirse en función de la Cobertura.

## Cobertura

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies o formas de vida. La cobertura es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algas marinas. En el método de cuadrantes, la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo. Este parámetro también se puede usar además de la densidad como en el caso de corales donde no solo se cuenta con el número de colonias, sino además la cobertura o área que ocupa cada una de ellas.

## Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o un grupo, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie, presentes en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”. La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{\text{número de individuos } X}{\text{total de individuos de todas las especies}} \times 100$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en el área muestreada y extrapolada al área total del área de estudio. Se calculó con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{\text{número de individuos de la especie } X}{\text{área muestreada en m}^2} \times \text{área total}$$

## Frecuencia

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir es el número de unidades de muestreo (transectos o cuadrantes) en la que una especie está presente, por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el

número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia de la especie } X}{\text{suma de los valores de frecuencia de todas la especies}} \times 100$$

### Índices de Valor de importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que pondera el valor de una especie con respecto al resto, con base a al menos dos de los parámetros mencionados; dominancia (en forma de cobertura o área ocupada), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de su grupo marino. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. fue de 200 a 300. Así las formulas ocupadas para le

$$I.V.I = \text{Densidad relativa} + \text{recuencia relativa} \\ 0$$

$$I.V.I = \text{Densidad relativa} + \text{recuencia relativa} + \text{Cobertura relativa}$$

Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de densidad, frecuencia y/o cobertura relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies.

#### *Método Corales*

Se registraron los corales que se encontraron en los cuatro transectos, abarcando 25 cm de distancia a cada lado de la línea del transecto, obteniendo un área de 12.5 m<sup>2</sup> por cada transecto, por lo tanto, el área total muestreada fue de 50 m<sup>2</sup> por los cuatro transectos.

#### *Método Peces*

Se registraron los peces que se encontraron en los cuatros transectos de cada fondo, tomando como área de muestreo un metro de distancia a cada lado de la línea del transecto, por lo tanto se abarcó un área de 50 m<sup>2</sup> por cada transecto, obteniendo un área total de 200 m<sup>2</sup> muestreada para el registro de los peces.

### **Análisis retrospectivo de imágenes**

Una vez ubicada el área de estudio y con los puntos de GPS registrados durante la prospección, se procedió a colocarlos sobre la Ortofoto (2004 INEGI) y la imagen de satélite Google Earth (2005). Así se comprobó que efectivamente el muelle rústico había existido hasta antes del paso del Huracán Wilma en octubre del 2005.

### **3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental de la cual se disponga, 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 PV8”, se usaron cuatro metodologías diferentes; primero el diagrama de redes para identificarlos y después la matriz de interacción simple, el check list y la matriz de Leopold para evaluarlos. Por medio de éstas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos. El reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

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

#### **a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.**

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Preparación del sitio	1. Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de fauna.
	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. Asimismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Afectaciones a los pastizales y arenales 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 propuestas. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

### **3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.**

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental (SA). 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 dividieron en dos subsistemas; medio biótico y abiótico, además de que se consideró de manera general el subsistema socioeconómico y de salud. La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Factores ambientales del proyecto.

<b>Subsistema</b>	<b>Factor ambiental</b>
-------------------	-------------------------

<i>Ecosistemas terrestres</i>	
Medio abiótico	Aire
	Suelo
	Agua
<i>Ecosistemas marinos</i>	
Medio abiótico	Fondo marino
	Agua de mar
Medio biótico	Fauna marina
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

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

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

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

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 4).

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

Cuadro 4. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
--------	------	---------	---------------------

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

### 3.3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

#### 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:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc5 \text{ Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \text{ Expresión V.2}$$

$I_{\min}$  = 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 5. 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 mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<b>Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<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 6. 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 menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

#### 4. REFERENCIAS.

Almada-Villela, P., Sale, P., Gold-Bouchot, G, y Kjerfve, B. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de parámetros físicos y biológicos para utilizarse en la región mesoamericana. Proyecto para el SAM. Unidad Coordinadora del Proyecto Coastal Resources Multi-complex Building. Belice. 158pp. Sitio web: <http://www.mbrs.org.bz>.

Arrecife de coral.  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Arrecife\\_de\\_coral#Tipos\\_de\\_arrecife\\_de\\_coral](http://es.wikipedia.org/wiki/Arrecife_de_coral#Tipos_de_arrecife_de_coral).

Castañares, L., Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9:295-344.

Conservación y uso sustentable de los arrecifes en México.  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetitas/272/conservacion.html>

Ecosistemas de México- Arrecifes- Biodiversidad.  
<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes.html>

Gómez, P., y G. Green. 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos.

Greenberg, J. e I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami. Florida, 64 pp.

Guilcher, A. 1988. Coral Reef Geomorphology. John Wiley & Sons. 228p.

Gutiérrez, D., García, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., y R. Macías. 1993. Caracterización de los arrecifes coralinos de la reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Q. Roo. México. Sian ka'an Serie Documentos No. 1: 1-47.

Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G., Loreto, R., Camarena, T. 1995. Caracterización de los arrecifes coralinos en el corredor "Cancún-Tulum", Quintana Roo, México. Sian ka'an Serie Documentos No. 4. 3-39.

<http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1979-1/articulo58.html>

<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras.html>

<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/resultados.php>

<http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/resultados.php>

Hughes, T. P. 1984. Population dynamics based on individual size rather than age: a general model with a reef coral example. *American Naturalist*, 123:728-795. Humman, P. 1989. Reef fish identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 267 pp.

Humman, P. 1993a. Reef coral identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 239 pp.

Humman, P. 1993b. Reef creature identification. New World Pubs. Inc. Jacksonville, Fla. 320 pp.

Jordan, E. 1978. Estructura y composición de arrecifes coralinos, en la región noreste de la península de Yucatán. México. *Anales del centro de ciencias del mar y limnología*. UNAM.

Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994. Caracterización de 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Desarrollo arrecifal y Estructura de la comunidad. Reporte final.

Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Urquiza, R., Nava, T. 1994b. Caracterización de la circulación marina, transporte litoral y procesos costeros en 4 áreas arrecifales de la costa de Quintana Roo. Reporte final.

Ley de Puertos. Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1993. Última reforma publicada DOF 23-01-2014.

Ley General de Bienes Nacionales. Diario Oficial de la Federación, 8 de enero de 1982. Última reforma publicada DOF 31 de diciembre de 2001.

Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Últimas reformas publicadas DOF 13-05-2015.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003. Última reforma publicada DOF 26-03-2015.

Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 26-01-2015.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Littler, D. M., Littler, K., Buchery J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean. A field guide from Florida to Brazil. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 263 pp.

López-Herrera, M. 1992. Diagnóstico taxonómico de las esponjas de las estructuras arrecifales de Antón Lizardo y Puerto de Veracruz. Tesis licenciatura. Fac. Ciencias, UNAM. 88 pp.

Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Mar. Biol.* 13:100-23.

Martínez M.L., Psuty N.P. y Lubke R.A. 2004. A perspective on coastal dunes. En: M.L. Martínez, Psuty N.P. and R.A. Lubke (Editor). *Coastal dunes, ecology and conservation*. Springer-Verlag Heidelberg, Berlin, Pp. 3-10.

McField, M y P. Kramer. 2007. *Healthy reefs for healthy people: A guide to indicators of reef health and social well-being in the Mesoamerican Reef Region*. The Smithsonian Institution. 208 pp.

Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, 27 de febrero de 2014.

Moreno-Casasola P. 2006. Playas y Dunas. En: P. Moreno Casasola, Peresbarbosa Rojas E. y A.C. Travieso-Bello (Editores), *Estrategia para el Manejo Costero Integral-El enfoque municipal*, Volumen 1. Pp. 121-149.

Moreno-Casasola P. 2006. Playas y Dunas. En: P. Moreno Casasola, Peresbarbosa Rojas E. y A.C. Travieso-Bello (Editores), *Estrategia para el Manejo Costero Integral-El enfoque municipal*, Volumen 1. Pp. 121-149.

Moreno-Casasola P., Espejel I., Castillo-Campos G., Durán R., Pérez-Navarro J.J., León J.L., Olmsted I., y Trejo-Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: G. Halffter (Editor), *Biodiversidad en Iberoamérica*. CYTED-Instituto de Ecología A.C. Pp. 177-258.

Moreno-Casasola P., Espejel I., Castillo-Campos G., Durán R., Pérez-Navarro J.J., León J.L., Olmsted I., y Trejo-Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: G. Halffter (Editor), *Biodiversidad en Iberoamérica*. CYTED-Instituto de Ecología A.C. Pp. 177-258.

NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento, sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

NOM-080-SEMARNAT-1993, Límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de vehículos automotores en circulación y el método de medición.

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

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.

Padilla, C., Gutiérrez, D., Lara, M. y C. García. 1994. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. Proc. 7th. Int. Coral Reef. Symp. Guam, 2:986-992.

Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean reef corals. Ecology. 53:745-748.

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Municipio de Benito Juárez. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 20 de Mayo de 2009.  
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación, 24 de Noviembre de 2012.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) Cancún-Tulum. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 16 de noviembre de 2001.

Quintana Roo, México. Ann. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 11(1):65- 90.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2000. Última reforma publicada DOF 21-05-2014.

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

SEMARNAT. 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. Pp. 1-26.

SEMARNAT. 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. Pp. 1-26.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/dunasCosteras.html>



Smith, F. G. W. 1972. Atlantic reef corals. A handbook of common reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 14 pp.

Stokes, F. J. 1984. Divers and snorkelers guide to the fishes and sea life of the Caribbean, Florida, Bahamas and Bermuda. The Academy of Natural Sciences of Philadelphia Publisher. 160 p.